UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Facultad de Ingeniería Industrial

Escuela Profesional de Ing. Mecatrónica

INFORME DE INVESTIGACIÓN

"DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA MÓVIL PARA NIVELAR TERRENOS EN ZONAS AGRÍCOLAS"

Presentada por:

Arbulú Orozco Christian Enrique
Jimenez Peña Gianmarco Paul
Sánchez Galecio Andy Manuel

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

Ingeniero Mecatrónico

Línea de investigación:
Informática, electrónica y telecomunicaciones

Sub - línea de investigación:
Diseño y fabricación de mecanismos y máquinas

Piura, Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERA INDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN PARA TITULACIÓN PROFESIONAL PATPRO-VERSIÓN IX-2019

INFORME DE INVESTIGACIÓN

"DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA MÓVIL PARA NIVELAR TERRENOS EN ZONAS AGRÍCOLAS"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

INFORMÁTICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

SUB-LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MECANISMOS Y MÁQUINAS

ELABORADO POR:

Bach. CHRISTIAN ENRIQUE ARBULÚ OROZCO

Bach. GIANMARCO PAUL JIMENEZ PEÑA

Bach. ANDY MANUEL SÁNCHEZ GALECIO

ASESOR:

Mg. MA SAN ZAPATA, JORGE

DECLARACIÓN JURADADE ORIGINALIDAD DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

Yo: **CHRISTIAN ENRIQUE ARBULÚ OROZCO** identificado con DNI N° **71322200**, Bachiller de Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, de la Facultad de Ingeniería Industrial y domiciliado en **Urb. Ignacio Merino II Etapa N-64** del Distrito **Piura**, Provincia **Piura**, Departamento **Piura**, Celular: **968252375**, Email: **enri_9210@hotmail.com**

Informe de Investigación: "DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA MÓVIL PARA NIVELAR TERRENOS EN ZONAS AGRÍCOLAS"

DECLARO BAJO JURAMENTO: que el Informe de Investigación que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.
En fe de lo cual firmo la presente.

Piura 20 de noviembre del 2019

CHRISTIAN ENRIQUE ARBULÚ OROZCO
DNI Nº 71322200

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.
Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

Yo: **GIANMARCO PAUL JIMENEZ PEÑA** identificado con DNI N° **73221802**, Bachiller de Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, de la Facultad de Ingeniería Industrial y domiciliado en Urb. Luis Negreiros vega G 7 del Distrito **Pariñas**, Provincia **Talara**, Departamento **Piura**, Celular: **900542253**, Email: **gmarcojimenez94@gmail.com**

Informe de Investigación: "DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA MÓVIL PARA NIVELAR TERRENOS EN ZONAS AGRÍCOLAS"

DECLARO BAJO JURAMENTO: que el Informe de Investigación que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.
En fe de lo cual firmo la presente.

Piura 20 de noviembre del 2019

GIANMARCO PAUL JIMENEZ PEÑA
DNI Nº 73221802

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.
Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADADE ORIGINALIDAD DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

Yo: **ANDY MANUEL SÁNCHEZ GALECIO** identificado con DNI N° **44338185**, Bachiller de Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, de la Facultad de Ingeniería Industrial y domiciliado en AA.HH. Los Ficus Mz. C2 Lote 13 del Distrito **Veintiséis de Octubre**, Provincia **Piura**, Departamento **Piura**, Celular: **918021256**, Email: **andy.sg.1987@gmail.com**

Informe de Investigación: "DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA MÓVIL PARA NIVELAR TERRENOS EN ZONAS AGRÍCOLAS"

DECLARO BAJO JURAMENTO: que el Informe de Investigación que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.
En fe de lo cual firmo la presente.

Piura 20 de noviembre del 2019

ANDY MANUEL SÁNCHEZ GALECIO
DNI Nº 44338185

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.
Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

ACTA DE EVALUACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

Los miembros del Jurado Calificador del Informe de Investigación denominado "DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA MÓVIL PARA NIVELAR TERRENOS EN ZONAS AGRÍCOLAS", presentado por los Bachilleres: CHRISTIAN ENRIQUE ARBULÚ OROZCO, GIANMARCO PAUL JIMÉNEZ PEÑA, ANDY MANUEL SÁNCHEZ GALECIO, participantes del Programa de Actualización para Titulación Profesional en la ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA, Versión IX 2019-1; asesorados por el MBA. Jorge Florentino Ma San Zapata; habiendo revisado el informe de investigación y absueltas las interrogantes formuladas por el Jurado Calificador, lo declaran:

APROBADO

Con los calificativos:

- CHRISTIAN ENRIQUE ARBULÚ OROZCO ---------- EXCELENTE (92)
- GIANMARCO PAUL JIMÉNEZ PEÑA ---------- EXCELENTE (92)
- ANDY MANUEL SÁNCHEZ GALECIO ---------- EXCELENTE (92)

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL - PROGRAMA DE ACTUALIZACION PROFESIONAL - UNP

Piura, 09 de noviembre de 2019

Mag. MANOLIO HUACCHILO CALLE
Miembro del Jurado Calificador

Mag. DANIEL LEONARDO BENITES URRUTIA
Miembro del Jurado Calificador

Dr. LUCIANO CASTILLO TORRES
Miembro del Jurado Calificador

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERA INDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN PARA TITULACIÓN PROFESIONAL PATPRO-VERSIÓN IX-2019

INFORME DE INVESTIGACIÓN

"DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA MÓVIL PARA NIVELAR TERRENOS EN ZONAS AGRÍCOLAS"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

INFORMÁTICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

SUB-LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MECANISMOS Y MÁQUINAS

Miembro del Jurado calificador
(Jurado 1)

Mag. MANOLIO HUACCHILLO CALLE

Miembro del Jurado calificador
(Jurado 2)

Mag. DANIEL LEONARDO BENITES URRUTIA

Miembro del Jurado calificador
(Jurado 3)

Dr. LUCIANO CASTILLO TORRES

PIURA - 2019

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN

Actualmente existe un fuerte crecimiento agrícola que hace necesario el uso de implementos para solucionar todo tipo de problema siendo uno de estos el desnivel frecuente en terrenos de producción y en trochas carrozables los cuales originan una disminución de productividad y elevados tiempos de transporte respectivamente, generando así retrasos en los procesos de siembra y cosecha. Frente a este problema el trabajo desarrollado tiene el objetivo de diseñar una estructura móvil para nivelar terrenos en zonas agrícolas teniendo como objetivos específicos el diseño mecánico, diseño hidráulico y establecer el plan operacional y mantenimiento del equipo.

La investigación se desarrolló con un diseño no experimental, observando el comportamiento de la estructura mediante un software de diseño, Autodesk Inventor Profesional, tomando valores máximos y mínimos de deformaciones de la estructura así cómo los esfuerzos en los diferentes componentes.

La estructura móvil presenta cuatro movimientos hidráulicos tales como: control de altura de chasis, giro de cuchilla, control de altura de escarificadores y movimiento angular del chasis. Tiene una masa de 5,000 kg constituido estructuralmente por un material ASTM A572 y además está diseñado para operar en suelos muy compactados teniendo una fuerza de resistencia al suelo de 48,000 N. Los cilindros hidráulicos tienen una fuerza de extensión de $109{,}801.6\ N$ y una fuerza de retracción de $71{,}807.9\ N$.

Palabras claves: Nivelación, escarificación, estructura, cilindros hidráulicos.

ABSTRACT

Currently there is a strong agricultural growth that makes it necessary to use implements to solve all kinds of problems, one of these being the frequent unevenness in production lands and in carriage trails which cause a decrease in productivity and high transport times respectively, thus generating delays in the sowing and harvesting processes. Faced with this problem, the work carried out has the objective of designing a mobile structure to level land in agricultural areas, having as specific objectives the mechanical design, hydraulic design and establishing the operational plan and maintenance of the equipment.

The research was developed with a non-experimental design, observing the behavior of the structure through a design software, Autodesk Inventor Professional, taking maximum and minimum values of deformations of the structure as well as the efforts in the different components.

The mobile structure has four hydraulic movements such as: chassis height control, blade rotation, scarifier height control and angular chassis movement. It has a mass of 5,000 kg structurally constituted by an ASTM A572 material and is also designed to operate in very compacted soils having a ground resistance force of 48,000 N. The hydraulic cylinders have an extension force of 109,801.6 N and a retraction force of 71,807.9 N.

Keywords: Leveling, scarification, structure, hydraulic cylinders.

INTRODUCCIÓN

Un terreno agrícola con un nivel desigual es perjudicial para los cultivos y el rendimiento de estos, debido a que la irregularidad en el suelo afecta a la producción agrícola, porque si este no se realiza de manera correcta y equilibrada, será necesario utilizar una mayor cantidad de agua para humedecer la tierra y prepararla para los cultivos.

Estas desigualdades en el nivel de la tierra afectan a la maduración de los cultivos, que se realiza de manera inadecuada. También es más habitual que aparezcan zonas con maleza. Todo esto afecta a la reducción de los rendimientos y a la calidad de la cosecha

Una falta de nivelación en el terreno agrícola produce una distribución despareja de mojamiento, teniendo como consecuencia que en los periodos de crecimientos de las plantas, algunas presenten exceso y otras falta de humedad en las zonas de raíces, también será necesario realizar gran número de acequias alimentadoras y desagües que son utilizadas para entregar agua a las partes más altas y desaguar en las partes más bajas, consecuente de ello se necesitara más mano de obra, debido a que es mayor tiempo para el control del agua y proporcionar un riego más uniforme.

En caso de lluvia el escurrimiento del agua se dificulta por la existencia de encharcamientos en las zonas más bajas por lo que genera un exceso de humedad y retrasa las labores de preparación del suelo provocando perdida de semillas al permanecer anegadas durante su etapa de germinación.

Se detalla a continuación el desarrollo de investigación del presente informe, el cual se realizó en el siguiente orden: Se desarrolló el sistema mecánico de la estructura móvil para nivelar terrenos; se desarrolló el sistema hidráulico de la estructura móvil para nivelar terrenos; y se realizó un manual de operación y mantenimiento de la estructura móvil para nivelar terrenos.

Las conclusiones que se llegaron en el presente proyecto son: se logró diseñar la estructura móvil para nivelar terrenos en zonas agrícolas. En el cual se logró el diseño mecánico del sistema el cual tiene una masa de 5,000 kg constituido estructuralmente por un material ASTM A572; se logró el diseño hidráulico del sistema teniendo un implemento con 4 movimientos (control de altura de chasis, giro de cuchilla, control de altura de escarificadores y movimiento angular del chasis); se logró establecer un manual de mantenimiento y operación al implemento estimando frecuencias para las tareas de lubricación, ajustes y cambio de repuestos comerciales.

CAPÍTULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El crecimiento agrícola en la región Piura aumenta día a día, se observan terrenos agrícolas con un gran desnivel, en donde las cosechas no producen como se quiere, generando gastos adicionales en el proceso de optimizar la producción, la agricultura en la región Piura, es una actividad fundamental, es fuente de riqueza permanente para sus pueblos, porque da trabajo al 37% de la población económicamente activa de la región.

La falta de nivelación origina una disminución de productividad por hectárea, sumando a ello una disminución en la productividad debido a que la semilla no se reparte uniformemente en el suelo y el riego sería muy disparejo, generando una labranza muy laboriosa, dificultosa y en definitiva costosa.

El desnivel frecuente de las trochas carrozables también es un problema debido a que se elevan los tiempos de traslado de los equipos e insumos al campo, transporte de asistencia técnica, transporte de la cosecha a las zonas de packing, entre otros; generando así retrasos en los procesos de siembra y cosecha.

Con la finalidad de incrementar la productividad de transporte y reducir los costos por alquiler o compra de motoniveladoras, se propuso diseñar un equipo versátil a bajo costo capaz de nivelar las zonas de siembra y las trochas carrozables con el propósito de brindar eficacia y rentabilidad a las empresas agrícolas.

1.1.1. Formulación y planteamiento del problema.

Pregunta general

¿Cómo se re realizará el diseño integral de la estructura móvil para nivelar terrenos?

Preguntas específicas

- ¿Cómo se realizará el sistema mecánico de la estructura móvil?
- ¿Cómo se realizará el sistema hidráulico de la estructura móvil?
- ¿Cómo se podrá establecer un manual de mantenimiento y operacional de la estructura móvil?

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

Para evitar los problemas ocasionados por el relieve del suelo se utilizan diversas maquinarias para la nivelación quitando tierra en las partes altas llevándolas a las partes bajas con el fin de nivelar el terreno. Permitiendo ello una mejor distribución uniforme del agua de riego o de la lluvia y mejorando el drenaje superficial de esta.

El desnivel frecuente de las trochas carrozables eleva los tiempos de traslado de los equipos e insumos al campo, transporte de asistencia técnica, transporte de la cosecha a las zonas de packing, entre otros; generando así retrasos en los procesos de siembra y cosecha.

El diseño de una máquina versátil para la nivelación del terreno agrícola será muy conveniente en las zonas agrícolas, para la optimización de los tiempos en las cosechas, reducción de los costos para la producción de cosechas y menores tiempos en el transporte: tiempos de traslado de los equipos e insumos al campo, transporte de asistencia técnica, transporte de la cosecha a las zonas de packing, entre otros.

Se creará una tecnología propia de la región la cual será muy beneficioso para las zonas agrícolas mejorando así su producción y generando mayores ganancias, aprovechado por la población brindándoles una mejor calidad de productos naturales en un menor tiempo.

Esta investigación resuelve el problema principal antes de iniciar una siembra que es la nivelación del terreno y su optimización en la agricultura.

Son muchos los beneficios de la utilización de una niveladora de terrenos agrícolas, entre ellas tenemos:

- Reduce los problemas de malezas en el cultivo.
- Mejora la uniformidad de los cultivos proyectados.
- Mejor madurez de los productos naturales.
- Disminuye el tiempo para completar tareas de riego.
- Reduce en gran medida la cantidad de agua necesaria para la preparación de la tierra de los cultivos.
- Mejora los establecimientos de cultivos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una estructura móvil para nivelar terrenos en zonas agrícolas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar el sistema mecánico de la estructura móvil para nivelar terrenos.
- Diseñar el sistema hidráulico de la estructura móvil para nivelar terrenos.
- Establecer el manual de operación y mantenimiento de la estructura móvil para nivelar terrenos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. BASES TEORICAS

2.1.1. Cuchilla de motoniveladora Cat

(Según Madisa Cat). Las cuchillas de las motoniveladoras son elementos de desgaste rápido porque trabajan a velocidades relativamente altas en condiciones muy abrasivas.

(Según finning Cat) La mayoría de las cuchillas Cat es de acero templado totalmente, lo que ofrece resistencia al alto impacto. Las cuchillas de carbono alto tienen una buena dureza superficial y funcionan bien en aplicaciones de alta abrasión y bajo impacto (como los trabajos de acabado de terreno). Las cuchillas de carbono alto no soportarán el nivel de impacto de una cuchilla de acero templado total.

2.1.1.1. Tipo de cuchillas

Plana

• Apertura y mantenimiento intensivo de caminos

• Resistencia máxima y material de desgaste disponible

• La mejor opción para la resistencia a la abrasión y al impacto

Plana dentada

• Mejor penetración que una cuchilla continua (mayor presión hacia abajo por pulgada de contacto de la cuchilla)

• Diseñada para penetrar grava compactada, suelo compactado y hielo

Curva

• Brinda una penetración y un movimiento de rotación superiores necesarios para la nivelación fina y los trabajos de acabado

• Tolerancias de acabado de menos de ¼: el mejor valor puede lograrse al seleccionar una cuchilla angosta y delgada.

2.1.2. Escarificador

(Según Manual de labranza, 1860). El escarificador, es una herramienta agrícola que tiene dientes análogos a los del rastrillo pero mucho más fuertes.

Los dientes son encorvados y ordinariamente un poco aplastados en su extremidad y tienen de 12 a 18 pulgadas de largo. Por lo demás, se parece en cuanto al marco al extirpador. Tiene lo mismo que este último una cama que reposa sobre el banquillo del avantrén o sobre una pequeña rueda enllantada.

El escarificador es un excelente instrumento que puede cavar hasta 7 u 8 pulgadas de profundidad y conviene sobre todo cuando la tierra esta endurecida o llena de raíces (https://es.wikipedia.org/wiki/Escarificador).

2.1.2.1.Beneficios

- (Según Madisa) Los escarificadores de una pieza: son resistentes y no tienen puntos soldados que puedan romperse en materiales muy duros o compactados
- Los escarificadores de desgarre profundo: Se usan para aflojar material lixiviado y en material ligera o moderadamente compacto
- Junto con su herramienta de desgaste (puntas y protectores) generan una maquina productiva con un consumo eficiente de combustible

2.1.3. Tractor agrícola

2.1.3.1.Funciones

- Desarrollar fuerza de tiro o tracción, para las operaciones de preparación de tierras (labranza primaria y secundaria) y para halar sembradoras, remolques y cosechadoras; estas operaciones las realiza a través de la "Barra de Tiro" (BDT).
- Desarrollar potencia de giro para accionar los mecanismos de máquinas de campo, que pueden o no ser simultáneamente remolcadas por el mismo tractor, tales como segadoras, empacadoras, sembradoras-fertilizadoras, cosechadoras, etc., suministrando potencia a través del eje "Toma de Fuerza" (TDF), el cual hace muchas décadas sustituyó al accesorio de polea ancha y cóncava que se utilizaba antes para el accionamiento de máquinas debido a que las fajas planas que se usaban en estos mecanismos, no son tan eficientes como las trapezoidales que se utilizan actualmente, además, con la calidad de los ejes cardánicos que se fabrican hoy en día, quedan completamente en desuso.
- Desarrollar potencia mediante su Sistema Hidráulico (SH) para el levante, accionamiento y el control remoto de máquinas, esto incluye el sistema de enganche en tres puntos para el accionamiento de implementos montados que trabajan sobre la superficie del terreno o en profundidad, y el acople rápido de mangueras con mando a distancia para el funcionamiento de aperos grandes y pesados.
- El chasis del tractor puede servir como soporte de máquinas que van montadas al tractor; ya sea en su parte trasera por medio del enganche en tres puntos; en su parte delantera, como la cargadora frontal; o en su parte central, como la barra de corte. (Francisco Javier Ortiz Arévalo, 2009)

2.1.3.2.Barra de tiro

(Según Vallejos Adrián. Departamento de Agronomía. U.N.S.) Está presente en todos los tractores agrícolas, tiene posibilidad de oscilar horizontalmente, de esta forma es posible enganchar implementos en forma excéntrica. La barra de tracción fue normaliza por primera vez en el año 1944.

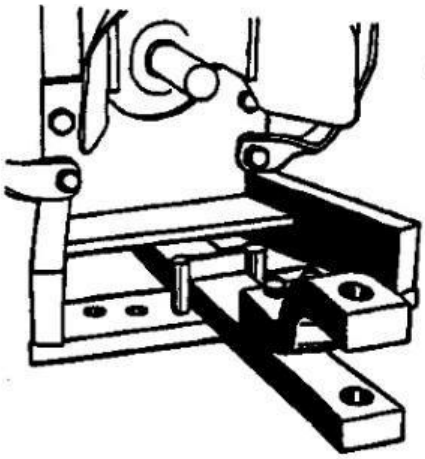


Figura 2.1 Barra de tiro
Fuente: Vallejos Adrián. Departamento de Agronomía. U.N.S

2.1.3.3.Sistema hidráulico

(Según Vallejos Adrián. Departamento de Agronomía. U.N.S.) Se da el nombre de sistema hidráulico a un sistema de transmisión de potencia, cuyo principio de funcionamiento se basa en la transmisión de fuerza y movimiento a través de un fluido (aceite), prácticamente incompresible.

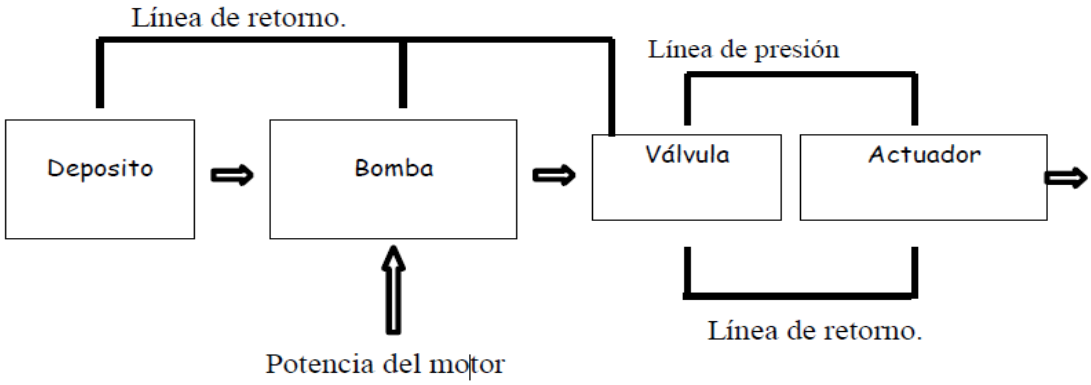


Figura 2.2 Flujograma de sistema hidráulico de tractores
Fuente: Vallejos Adrián. Departamento de Agronomía. U.N.S

2.1.3.4. Bombas

(Según Vallejos Adrián. Departamento de Agronomía. U.N.S.) La bomba es el corazón del sistema hidráulico, transforma la potencia mecánica en potencia hidráulica, esta última puede ser definida como:

$$Nh = Q * P$$

Donde:
$Nh = potencia\ hidráulica$
$P = presión\ (kg/cm2)$
$Q = Caudal\ (m3/s)$

Todas las bombas que equipan los sistemas hidráulicos de los tractores y cosechadoras son de accionamiento positivo, es decir, el caudal de entrega es aproximadamente independiente de la presión de trabajo.

Las bombas pueden ser de engranajes o de pistones, en estas últimas la disposición de los émbolos puede ser radial o axial.

En las bombas de engranajes, el aceite entra por la admisión y llena el espacio entre el diente y la carcasa de la bomba, debido a la succión que se genera cuando los engranajes se mueven, luego el líquido es transportado hasta el orificio de salida.

Las bombas de pistones dan los mejores rendimientos y tienen la posibilidad de variar el volumen de entrega, son más complejas y caras que las de engranajes. Su principal inconveniente es que se averían si hay vacío, por este motivo no deben llevar filtro en la admisión.

2.1.3.5. Tipo de tractores según su potencia

- **Tipo 1**
  Tractores con potencia de 15 a 40hp, más comunes para hortalizas, sembradíos florales y jardines.

- **Tipo 2**
  Aquí encontramos a los equipos de 41 a 120hp, el más común para la actualidad, donde se promedia 80 caballos de fuerza y al que se le adecúan aditamentos y transporte de suplementos.

- **Tipo 3**
  Tractores arriba de los 120 y hasta los 200hp, de uso no tan extendido y para actividades muy específicas.

- **Tipo 4**
  Para actividades verdaderamente demandantes y con una potencia superior a los 200hp, dispuestos a entrarle a terrenos accidentados y darle arrastre a todo tipo de aditamentos.

2.1.4. Rodamientos

2.1.4.1.Definición

Según la Norma ISO 4378, el rodamiento es un componente mecánico por medio del cual una parte (o elemento) en movimiento relativo es soportada y/o guiada con respecto a otras partes (o elementos) de un mecanismo.

Su función es la de permitir la rotación relativa de dichas partes (o elementos), bajo carga, con precisión y con un rozamiento mínimo

2.1.4.2. Descripción y clasificación

El rodamiento se constituye de:

- Dos anillos unidos, uno al elemento fijo y el otro al elemento móvil e incorporando pistas de rodadura
- Cuerpos rodantes que permiten el desplazamiento relativo de ambos anillos con un rozamiento mínimo

- Una jaula que separa los cuerpos rodantes

Los rodamientos se presentan en dos grandes familias:

- Rodamientos de bolas, donde el contacto bola – pista es teóricamente puntual, lo que permite velocidades de rotación elevadas.
- Rodamientos de rodillos, donde el contacto rodillo – pista es teóricamente lineal. Esto permite que soporten cargas radiales mayores que los rodamientos de bolas.

En la Figura 2.3 podemos observar diferentes tipos de rodamientos

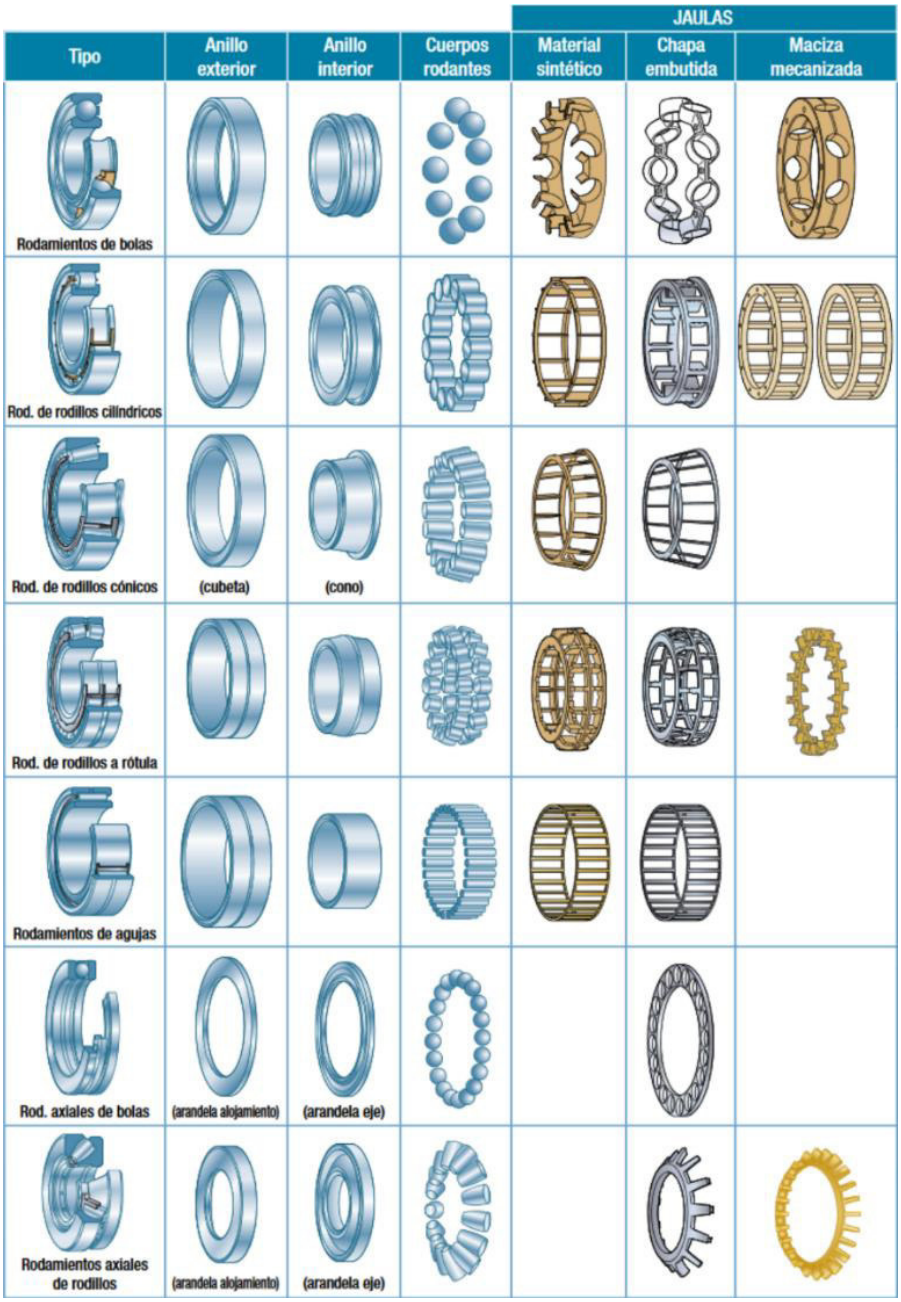


Figura 2.3 Tipo de rodamientos
Fuente: Catálogo General Industria SNR 2013

2.1.4.3. Vocabulario

La Norma **ISO 5593** establece un vocabulario de términos de uso corriente en el campo de los rodamientos y su tecnología. Los términos y sus definiciones se dan en un vocabulario multilingüe.

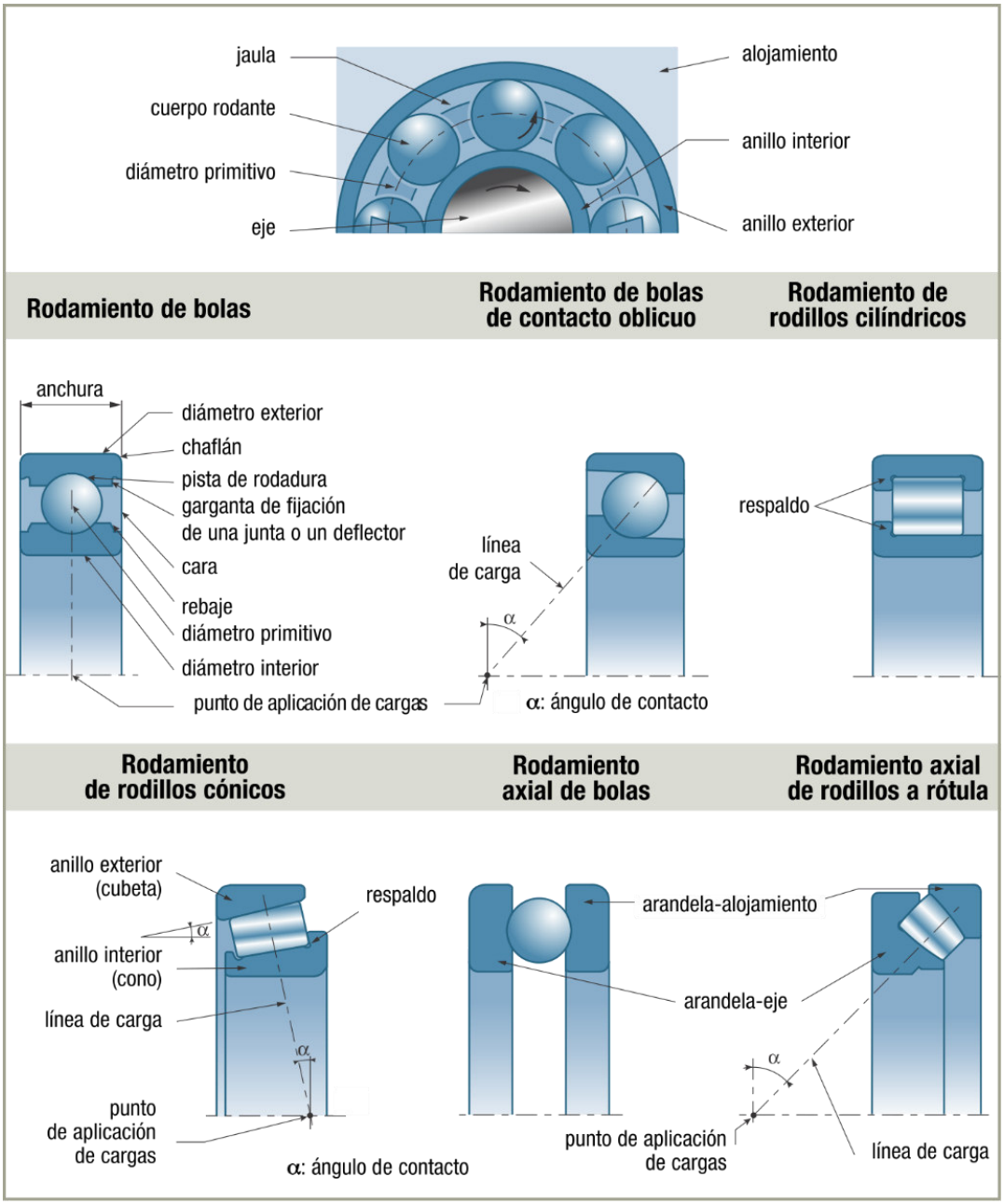


Figura 2.4 Vocabulario según Norma ISO 5593
Fuente: Catálogo General Industria SNR 2009

2.1.5. Cojinetes de deslizamiento

Los tipos más simples de cojinetes de deslizamiento se muestran en la Fig 03. El cojinete puede ser solamente un agujero en un bloque (izquierda), se puede dividir para facilitar su ensamblaje (centro); o en algunos casos, cuando la carga a transportar está siempre en una dirección, el cojinete puede consistir en tan solo un segmento del bloque (derecha). La parte del rotor dentro del cojinete es comúnmente llamada muñón (Pirro y Wessol, 2001)

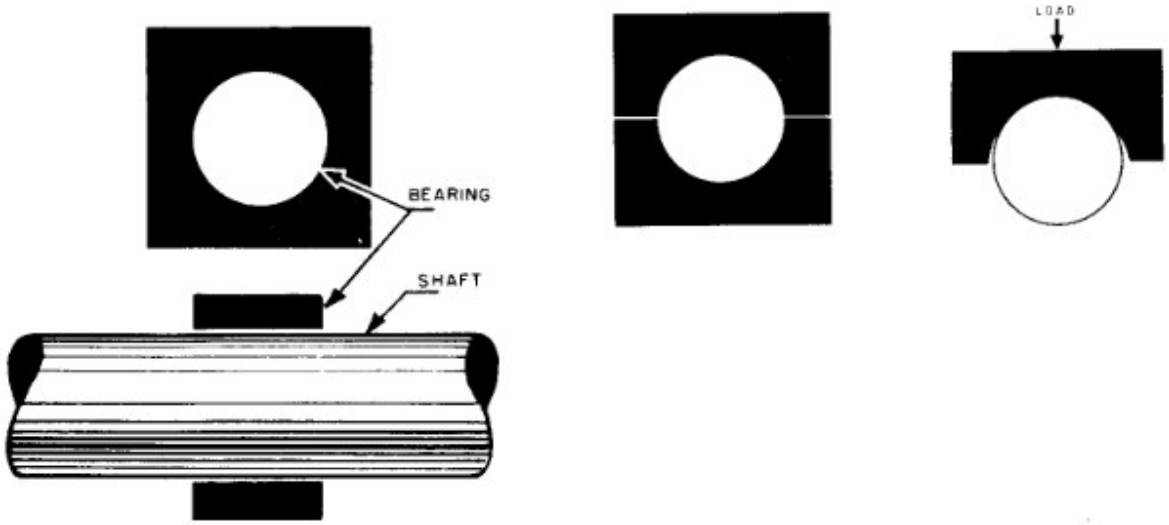


Figura 2.5 Cojinetes de deslizamiento simples
Fuente: Pirro, D.M. y Wessol, A.A., Lubrication Fundamentals, 2da.Ed., Marcel Dekker Inc., 2001.

2.1.5.1. Clasificación

Estos cojinetes pueden estar diseñados tanto para lubricación seca como mixta o hidrodinámica, y pueden clasificarse, según el régimen, en cojinetes de fricción, cojinetes impregnados y cojinetes de película gruesa (Pirro y Wessol, 2001; Hamrock et al., 2004).

- **Cojinetes de fricción:**

En estos cojinetes, usualmente conocidos como "bujes", las dos superficies entran en contacto por deslizamiento, rodadura, o ambos, y son lubricados por. Ejemplos de estos cojinetes son aquéllos hechos de materiales como nylon, politetrafluoroetileno (PTFE) y carbono, y pivotes de diamante usados en algunos instrumentos. La capacidad portante y fricción de esta clase de cojinetes puede ser relacionada directamente con las propiedades básicas de los materiales en contacto.

- **Cojinetes impregnados:**

Una variante a los cojinetes de fricción son los cojinetes impregnados o auto lubricados. En estos cojinetes, un material poroso (usualmente metálico) es impregnado con un lubricante, produciendo el efecto de auto-lubricación al fluir el lubricante de los poros por dilatación térmica, formando una película entre las superficies en movimiento relativo. El comportamiento de estos cojinetes puede ser descrito como de lubricación hidrodinámica parcial. El metal poroso se fabrica generalmente sinterizando un polvo metálico (usualmente de bronce o fundición), de manera que los poros sirven de reservorio para el lubricante. La capacidad portante y fricción de estos cojinetes dependen de las propiedades de la matriz

sólida, del lubricante y del material del rotor. En general, la aplicación de estos cojinetes queda restringida a bajas velocidades de giro (menores a 1,5 m/s), pero pueden soportar cargas medias relativamente altas (hasta 15 MPa). Una gran ventaja de estos cojinetes es que son simples y económicos, tanto como los de fricción.

- **Cojinetes de película gruesa:**

En estos cojinetes, las superficies sólidas están completamente separadas por una película de fluido. El lubricante puede ser un líquido o un gas, y la capacidad portante derivada de la presión en la película puede ser generada por el propio movimiento de los elementos de máquina (cojinetes hidrodinámicos), por presurización externa (cojinetes hidrostáticos), por "aplastamiento" hidrodinámico ("squeeze film bearings"), o por una combinación de estas acciones. En todos los casos, la fricción está gobernada por las leyes del flujo viscoso, y las capacidades portantes de estos cojinetes son similarmente dictaminadas por la acción hidrodinámica. Las propiedades del material del cojinete sólo afectan a velocidades extremadamente bajas. La Fig. 04 presenta una clasificación simple de los cojinetes de película gruesa que considera la naturaleza del lubricante, el modo de operación, la dirección del movimiento, la naturaleza de la carga, y la forma geométrica. Los métodos para alimentar el lubricante en estos cojinetes son muy variados. A bajas velocidades y cargas moderadas, un simple anillo lubricador puede proveer el aceite de un reservorio al cojinete tras arrastrarlo por adhesión. Sin embargo, en la mayoría de las máquinas modernas el lubricante es bombeado para asegurar el llenado adecuado de la película. En el caso de los cojinetes hidrostáticos, estos requieren sistemas de suministro más complejos y presiones de bombeo del orden del mega pascal. Este tipo de cojinetes es particularmente ventajoso para cargas elevadas y bajas velocidades o cuando la rigidez perpendicular a la superficie en movimiento es importante.

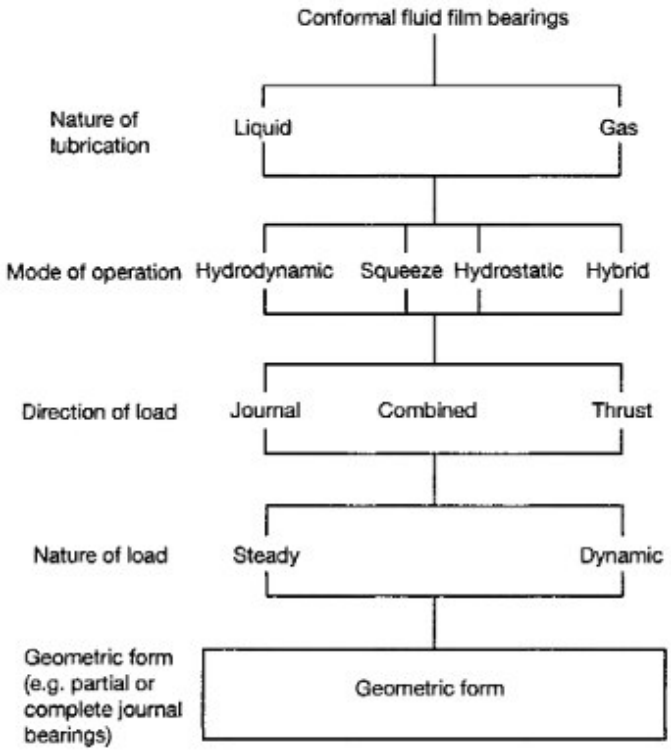


Figura 2.6 Clasificación de cojinetes de película gruesa
Fuente: Hamrock,B.J., Schmid, S.R.Y Jacobson, B.O.,
Fundamentals of fluid film lubrication, 2da. Ed., Marcel Dekker Inc., 2004.

2.1.6. Cilindro hidráulico

Los cilindros son actuadores lineales. Su fuerza de salida, o movimiento, se produce en línea recta. Su función es convertir la potencia hidráulica en potencia lineal mecánica. Entre sus aplicaciones de trabajo se incluyen empujar, arrastrar, inclinar y ejercer presión. El tipo y el diseño del cilindro dependen de las aplicaciones específicas (Hidráulica Básica 3.0. / https://www.fluidpowerzone.com).

2.1.6.1.Usos

En la práctica existen muchos usos de los cilindros hidráulicos, como por ejemplo el elemento cilindro-pistón de un motor, los gatos hidráulicos y las prensas hidráulicas, pero en este caso nos referimos al tipo de dispositivo que se emplea en numerosas máquinas para generar una fuerza que mueve una pieza o un mecanismo, generalmente por el principio de la palanca.

En otros usos de cilindros hidráulicos tenemos los empleados en el sistema de levante de tres puntos de los tractores, en los brazos delanteros de los buldóceres y que sirven para elevar y bajar la cuchara o cuchilla, para abrir y cerrar los alerones en las asperjadoras, y muchos otros usos similares.

2.1.6.2. Funcionamiento

El líquido hidráulico producido a presión por la bomba hidráulica llega a través de una manguera y penetra en la cámara del cilindro. La presión hace que se desplace el émbolo empujando el vástago (barra), el cual aplica una fuerza al elemento que se desea mover. Para el retroceso del émbolo se corta la presión de entrada y el líquido retrocede por la manguera. Por su forma de accionamiento pueden ser cilindros de simple efecto o de doble efecto.

- **Cilindro de simple efecto.** El líquido a presión entra solo por la parte trasera de la cámara del cilindro. El retroceso del émbolo se produce por la fuerza de gravedad o la acción de una fuerza contraria cuando se libera la presión del líquido.
- **Cilindro de doble efecto.** El líquido a presión entra por la parte trasera de la cámara del cilindro. El retroceso del émbolo se produce por la entrada de líquido a presión por la parte delantera de la cámara del cilindro, mientras se libera la presión en la parte delantera.

2.1.6.3. Componentes

La Figura 2.7 muestra los principales componentes de un cilindro hidráulico, los cuáles son:

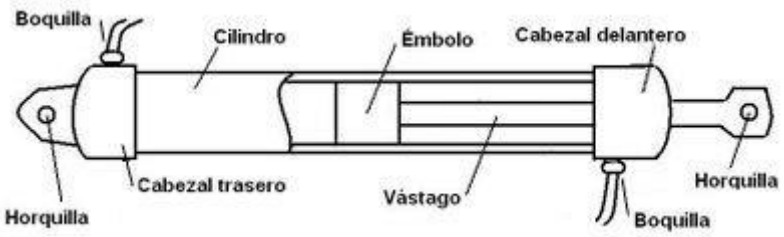


Figura 2.7 Principales componentes de un cilindro hidráulico
Fuente: https://www.ecured.cu/ Cilindro_hidráulico

- **Cilindro.** Cuerpo principal del cilindro hidráulico en forma de un tubo cilíndrico, con una superficie interior muy pulida, dentro del cual se desplaza el émbolo.
- **Émbolo o pistón.** Pieza cilíndrica maciza que se mueve alternativamente en el interior del cuerpo del cilindro hidráulico, primero desplazándose para ejercer una fuerza al vástago y después para recibir de éste la fuerza necesaria para moverse en sentido contrario.
- **Vástago.** Barra acoplada al émbolo, que efectúa el movimiento alternativo de ida y regreso.
- **Cabezales.** Tapas roscadas en cada extremo del cilindro, la trasera es ciega, y la delantera tiene un orificio a través del cual se desplaza el vástago.
- **Boquillas.** Son los orificios de entrada y salida del líquido hidráulico a presión, y en las cuales se acoplan las mangueras que conducen el líquido.
- **Horquillas.** Son las piezas simples o en forma de U, que sirven para fijar el cilindro y el vástago, para lo cual están dotadas de orificios a través de los cuales se coloca un perno (tornillo o pasador). La trasera forma parte del cabezal trasero, y la delantera se encuentra en el extremo del vástago.

2.1.7. Manguera hidráulica

La manguera hidráulica es una parte del sistema hidráulico de valor fundamental para transmitir la potencia hidráulica, no solamente transportar fluido, y merece una atención adecuada, al igual que los demás componentes que generan, consumen o controlan la potencia. Aún más, son los latiguillos hidráulicos los que están más expuestos a condiciones extremas varias en medio de las que tienen que retener su funcionalidad y asegurar las condiciones de servicio del sistema hidráulico y la seguridad de funcionamiento. A pesar de ello, la importancia de la manguera hidráulica a menudo se pasa por alto y no se estima lo suficiente.

2.1.7.1. Partes de una manguera de goma

Normalmente, una manguera de goma está construida de un tubo interior de goma sintética extruido cuyo único objetivo es mantener en la manguera el fluido transportado. La naturaleza elastomérica de la goma hace necesaria una capa de refuerzo enrollada o trenzada alrededor del tubo para contener la presión interna. La capa o capas de refuerzo son de material textil o de acero (o de ambos). Para proteger estas capas interiores de la manguera de las condiciones ambientales, se extruye una cubierta exterior de goma sintética alrededor del refuerzo.

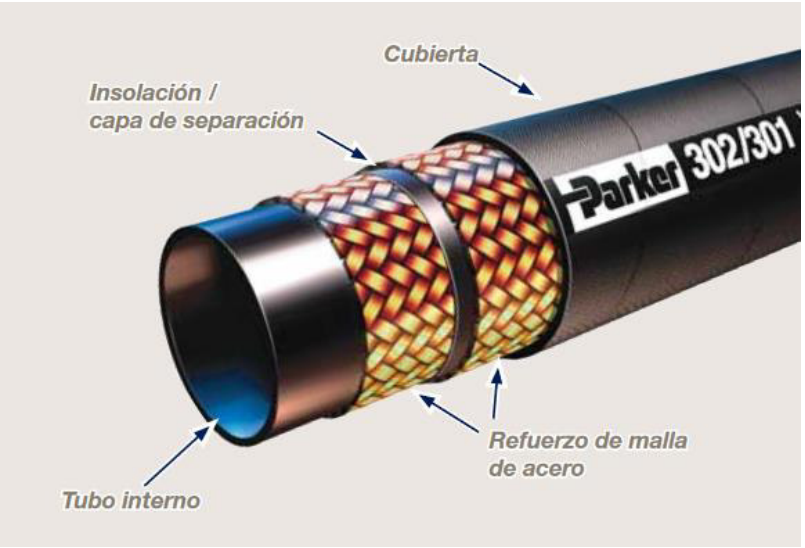


Figura 2.8 Partes de una manguera de goma PARKER
Fuente: Catálogo PARKER

- **Tubo:**
  Capa interna con compuesto de goma con propiedades químicas y físicas para ser resistente a fluidos y condiciones de trabajo a largo plazo.

- **Refuerzo:**
  1 o 2 (excepcionalmente 3) capas de fibra textil o malla de acero altamente tensado o 4 ó 6 capas espirales de acero altamente tensado para soportar alta presión al tiempo que permiten flexibilidad de la manguera.

- **Cubierta:**
  Capa externa de compuesto con propiedades químicas y físicas para proteger el refuerzo contra condiciones ambientales y daño mecánico.

2.1.7.2. Clasificación

Dependiendo del nivel de presión, Parker clasifica las mangueras hidráulicas en 4 grupos

- **Push Lok:**
  Manguera de baja presión con conexión de auto-agarre al terminal.

- **Baja presión y transporte:**
  1 o 2 capas hiladas o 1 malla de acero.

- **Media presión:**
  1 o 2 mallas de acero y mangueras de aspiración.

- **Alta presión:**
  3 mallas y 4 o 6 espirales de acero.
  Mangueras compactas de 4 espirales de acero.

Figura 2.9 Clasificación de las mangueras PARKER
Fuente: Catálogo PARKER

2.1.7.3. Rangos de presión

La manguera hidráulica es un componente de transmisión de potencia y la presión es obviamente determinante para la potencia hidráulica. Para las mangueras hidráulicas se usan las siguientes presiones:

Presión de trabajo

La selección de manguera y terminal se debe hacer de modo que la presión de trabajo máxima recomendada de la manguera y del terminal sea igual o mayor que la presión máxima del sistema. Los golpes de ariete y las puntas de presión en el sistema deben ser inferiores a la presión máxima de trabajo del latiguillo. En general, los golpes de ariete y las puntas de presión sólo se pueden determinar mediante una instrumentación electrónica sensible que mida e indique las presiones en intervalos de milisegundos. Los manómetros mecánicos indican sólo las presiones medias y no se pueden usar para determinar los golpes de ariete y las puntas de presión.

Presión de rotura

Todas las mangueras que figuran en el **catálogo Parker** tienen un factor de diseño de presión de 4:1, lo cual significa que la presión de rotura (destrucción de la manguera) es como mínimo 4 veces la presión de trabajo publicada. Las presiones de rotura publicadas de la manguera son sólo a efectos de prueba de fabricación – la presión de rotura no debe jugar nunca un papel importante en la selección de una manguera.

2.2. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

Abrasivo:	Que produce abrasión, raspado y bruñido.
Barra de Tiro (BDT):	Es un mecanismo de barra horizontal utilizado para el enganche al tractor de implementos remolcados. Permite enganchar por medio de un pasador implementos de tiro para transmitir fuerza de tracción o empuje desde el tractor es muy simple ya que basta con acoplar el implemento a un solo punto de tiro ubicado en la parte trasera del tractor.

Caballo de fuerza:	Potencia necesaria para elevar verticalmente a la velocidad de 1 pie/minuto un peso de 33 000 libras. Tiene un valor de exactamente 550 pies-libras por segundo y equivale aproximadamente a 745,7 vatios.
Halar:	Tirar hacia sí de algo
Labranza:	Cultivo de los campos.
Mecanismo:	Agrupación de sus componentes que son móviles y se encuentran vinculados entre sí a través de diversas clases de uniones; esto hace que dicha estructura pueda transmitir fuerzas y movimientos. El mecanismo es el encargado de permitir dicha transmisión.
Potencia hidráulica:	La potencia (P) de una bomba hidráulica es la relación entre la energía de flujo proporcionada por la bomba y el tiempo que la misma ha estado en funcionamiento para comunicar dicha energía.
Potencia mecánica:	Es la rapidez con que se realiza un trabajo. Se mide en watts (W) y se dice que existe una potencia mecánica de un watt cuando se realiza un trabajo de un joule por segundo: 1 W = J/seg.
Escarificación:	Consiste en la disgregación de la superficie del terreno

2.3. MARCO REFERENCIAL

2.3.1. Medidas vehiculares según decreto supremo Nº 058-2003-MTC

2.3.1.1.Ancho máximo:

Ancho máximo (sin espejos) para todo tipo de vehículo (incluida la mercancía o bienes transportados): 2,60 m

2.3.1.2. Altura máxima:

- Vehículos de la categoría N en general 4,10 m
- Vehículos de categoría M con carrocería convencional 3,60 m
- Vehículos de categoría M con carrocería integral 4,30 m
- Vehículos de categoría O de compartimento cerrado tipo Semirremolque: 4,30 m
- Vehículos de categoría O diseñados para el transporte de Contenedores: 4,30 m
- Vehículos de categoría O diseñados para el transporte de Contenedores de gran volumen (High Cube): 4,60 m

2.3.1.3.Longitudes máximas:

Las longitudes máximas de los vehículos de las categorías M y N, y la combinación de los vehículos de las categorías N y O, se encuentran en las Tablas de Pesos y Medidas del numeral 1, del presente Anexo.

Adicionalmente, las longitudes máximas de los vehículos de categoría o entre parachoques:

- Remolque (no incluye punta de lanza): 10,00 m
- Remolque balanceado (no incluye punta de lanza): 8,50 m
- Semirremolque: 14,68 m

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. DISEÑO

El presente informe de investigación se desarrolló con un diseño no experimental, observando el comportamiento de la estructura mediante un software de diseño, Autodesk Inventor Profesional, tomando valores máximos y mínimos de deformaciones de la estructura así cómo los esfuerzos en los diferentes componentes.

3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente informe de investigación se estudia el diseño de una estructura móvil para nivelar terrenos agrícolas, la cual será arrastrada que cumplirá con la labor a un menor costo.

3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

El proyecto de tesis se desarrolla con un método deductivo recopilando información y llegando a un plan táctico cumpliendo así con los objetivos planteados. Siguiendo el siguiente cronograma:

Diseño del sistema mecánico de la estructura

1. Revisión bibliográfica y datos secundarios.
2. Dimensionamiento y modelado.
3. Simulación de pruebas de esfuerzos en software.
4. Corrección de diseño, mejoras y pruebas.

Diseño del sistema hidráulico de la estructura móvil para nivelar terrenos

1. Revisión bibliográfica y datos secundarios.
2. Diseño de cilindros hidráulicos.
3. Selección del tractor.
4. Selección de mangueras y conectores hidráulicos.

Manual de operación y mantenimiento de la estructura móvil para nivelar terrenos.

1. Revisión bibliográfica de planes de mantenimiento de repuestos mecánicos e hidráulicos.
2. Elaboración del manual de operación del equipo.
3. Elaboración del plan de mantenimiento del equipo.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

La técnica aplicada en este proyecto de investigación es la de recolección de datos para el diseño las cuales están detalladas en el procedimiento cumpliendo los objetivos de esta investigación. Se realizará por medio de la revisión de bibliográficas encontrados en la web.

Se utiliza el software Professional Autodesk Inventor para el diseño de la estructura móvil en el cual nos dará datos importantes de esfuerzos y deformaciones para visualizar el cumplimiento seguro y a cabalidad para lo cual se está diseñando la estructural.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. DESARROLLO DEL SISTEMA MECÁNICO.

4.1.1. Cálculo de las fuerzas de resistencia del suelo

Según (Herrera, 2010) Dentro del proceso de labranza, la potencia está en función a la fuerza de resistencia del suelo y la velocidad de trabajo, esta fuerza depende del tipo de suelo y la superficie labrada.

La fuerza de resistencia del suelo es determinada por el paso de la cuchilla así mismo como de los escarificadores. Para el cálculo consideramos un tipo de suelo Muy compactado.

Tabla 4.1 *Cálculo de coeficiente de labranza*

TIPO DE SUELO	$\mu_{CL}\ (kg/dm^2)$
Muy suelto	hasta 30
Suelto	30 – 40
Medio	40 – 60
Tendido a compactar	60 – 80
Compactado	80 – 100
Muy compactado	100 a mas

Fuente: Diseño de una máquina aporcadora de papa para terrenos de Chupaca. Aroni Martinez.2016

- Cálculo de la fuerza de resistencia ejercida por la cuchilla.

$$F = \mu_{CL}\ x\ \mathrm{A}_T \ \ldots. \text{(Ec. 1)}$$

Siendo:

$$\mu_{CL} = 100\ kg/dm^2$$
$$1\ dm^2 = 0.01\ m^2$$
$$\mu_{CL} = 10{,}000\ kg/m^2 \ \ldots(2)$$

Cálculo del área de trabajo de la cuchilla:

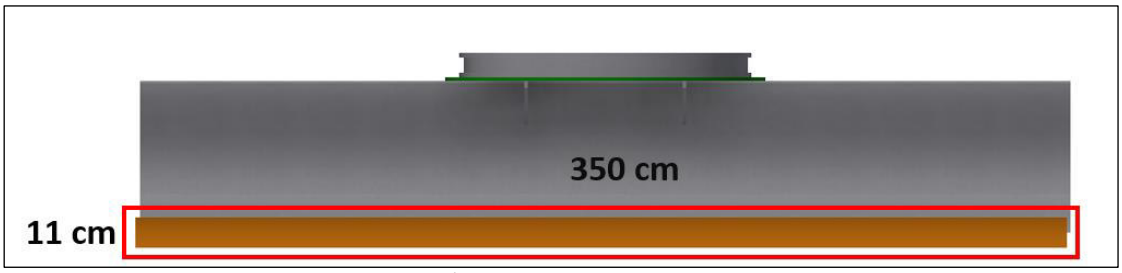


Figura 4.1 Área de la cuchilla. Vista Frontal
Fuente: Propia

$$\mathrm{A}_T = 11\ cm\ x\ 350\ cm$$
$$\mathrm{A}_T = 3{,}850\ cm^2$$
$$\mathrm{A}_T = 0.4\ m^2 \ \ldots\ (3)$$

Cálculo de la fuerza resistente del suelo

Reemplazando (2) y (3) en (Ec. 1)

$$F = \mu_{CL}\ x\ \mathrm{A}_T$$
$$F = 10{,}000\ kg/m^2\ x\ 0.4\ m^2$$
$$F = 4{,}000\ kg\ x\ 9.8\ m/s^2$$
$$F = 39{,}200\ N \approx 40{,}000N$$

- Cálculo de la fuerza de resistencia ejercida por los escarificadores

Cálculo del área de trabajo de los escarificadores:

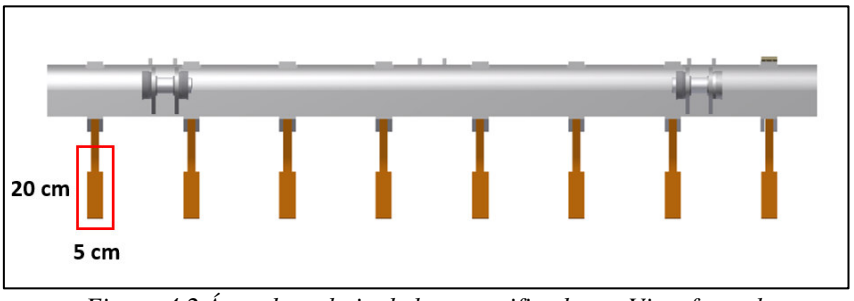


Figura 4.2 Área de trabajo de los escarificadores. Vista frontal.
Fuente: Propia

$$\mathrm{A}_T = 20\ cm\ x\ 5\ cm$$
$$\mathrm{A}_T = 100\ cm^2$$
$$\mathrm{A}_T = 0.01\ m^2 x\ 8 = 0.08\ m^2\ \ldots (4)$$

Cálculo de la fuerza resistente del suelo

Reemplazando (4) y (2) en (Ec. 1)

$$F = \mu_{CL}\ x\ \mathrm{A}_T$$
$$F = 10{,}000\ kg/m^2\ x\ 0.08\ m^2$$
$$F = 800\ kg\ x\ 9.8\ m/s^2$$
$$F = 7{,}840\ N \approx 8{,}000N$$

- Fuerza de resistencia total del implemento:

$$Ft = F_{Cuchilla} + F_{escarificadores}$$
$$Ft = 40{,}000\ N + 8{,}000\ N$$
$$Ft = 48{,}000\ N$$

4.1.2. Resistencia al rodamiento

La resistencia al rodamiento es la fuerza que opone el terreno al giro de las ruedas, por efecto de la plasticidad de los neumáticos. Los factores más importantes que determinan la resistencia al rodamiento son: fricción interna, flexión de los neumáticos, penetración en el suelo, peso sobre las ruedas, presión y diseño de los neumáticos.

Tipo de Camino	Sistema Métrico	Sistema Inglés
Duro y parejo (pavimento de hormigón o bituminoso que no cede bajo el peso)	..... 20 Kg/Ton	40 lb/Ton
Firme (Grava) algo ondulado y que cede un poco bajo la carga	..... 32.5 Kg/Ton	65 lb/Ton
Nieve: Compacta	..... 25 Kg/Ton	50 lb/Ton
Suelta	..... 45 Kg/Ton	90 lb/Ton
De arcilla dura con surcos, que cede bastante bajo el peso. Se separa muy poco y no se ruega. La penetración máx. de los neumáticos es de 2-3cm	.....50 Kg/ton	100 lb/Ton
De tierra sin estabilizar, surcado y que cede mucho bajo el peso; los neumáticos se hunden de 10 a 15 cm	.....75 Kg/ton	150 lb/Ton
Tierra blanda, fangosa y con surcos o arena	..... 100-200 Kg/Ton	200-400 lb/Ton

Figura 4.3 Factores típicos de resistencia al rodamiento
Fuente: Guía de mecanización agrícola. David Torres J.

Teniendo una condición de terreno de tierra blanda, fangosa y con surcos y arena; nuestro factor de resistencia al rodamiento es de 150 kg/ton.

$$RR = PR\ x\ f\text{actor RR}$$

Donde:
RR: Resistencia al rodamiento
PR: Peso sobre las ruedas

$$RR = PR\ x\ f\text{actor RR}$$
$$RR = 5\ ton\ x\ 150 kg/ton$$
$$RR = 750\ kg$$

Por lo tanto, el peso de nuestro implemento al ser transportado es de 750 kg.

4.1.3. Cálculo para determinar la potencia de tractor

Para determinar la potencia del tractor, no solo se debe tomar la fuerza de una máquina o implemento, sino también la velocidad con que se mueve y efectúa una operación determinada.

$$P = \frac{T}{t}$$

$$P = Fx\frac{d}{t}$$

$$P = F_T\ x\ \mathrm{V}$$

Donde:

P: potencia de tractor
Ft: Fuerza total
V: Velocidad de tractor

Para el trabajo de este implemento estimamos una velocidad de 8 km/h y sumamos todas las fuerzas halladas anteriormente.

$$P = F_T\ x\ \mathrm{V}$$
$$P = (4{,}000 + 800 + 750)kgf\ x\ 8\mathrm{km/h}$$
$$P = 5550kgf\ x\ 8\mathrm{km/h}$$
$$P = 44{,}400\ kg\ x\frac{km}{h}x\ \frac{1h}{3600\ s}x\frac{1000m}{1km}$$
$$P = 12{,}333.3\ kgf\ x\ m/s$$

$$1\ hp = 75kgf\ x\ m/s$$

$$P = 165\ hp$$

Nuestra potencia mínima requerida es de 165 HP. Por un factor de seguridad seleccionamos un tractor de 200 HP.

4.1.4. Análisis de elementos finitos

En el diseño mecánico de este implemento se consideran 10 elementos críticos los cuales han sido sometidos a análisis de elementos finitos tales como esfuerzo de Von Misses, desplazamiento y factor de seguridad (1.5 mínimo); para determinar así su correcta funcionalidad.

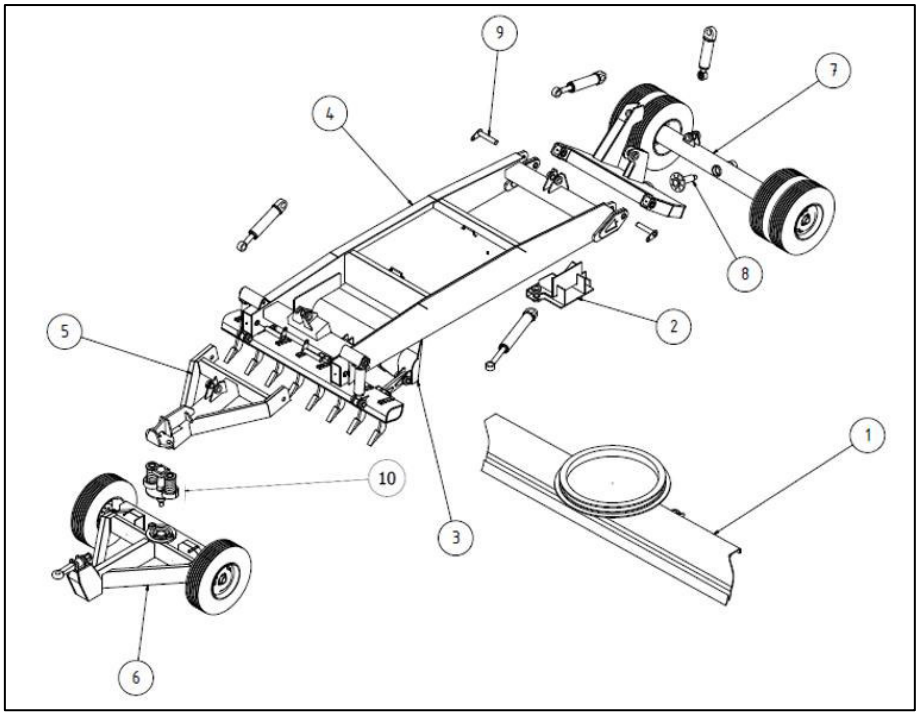


Figura 4.4 Partes a realizar análisis de elementos finitos
Fuente: Elaboración propia

La parte estructural (ver anexo de planos) está diseñada con un acero ASTM A 572, el cual tiene un alto esfuerzo de fluencia. Esto genera mayor seguridad al implemento al tener que operar en los terrenos más agrestes.

El acero H1045 ha sido considerado para diseñar los ejes que soportan las llantas.

Dentro de este diseño también incluimos elementos comerciales como es el caso del Pin Cat 9R4494 usado en las retroexcacadoras para soportar el peso del lampón. A este pin también necesitamos hacer su respectivo análisis para verificar si sus propiedades responden correctamente al diseño requerido.

Tabla 4.2 Lista de partes a realizar análisis de elementos finitos

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	Cuchilla	ASTM A 572	1
2	Soporte de cilindro hidráulico de cuchilla	ASTM A 572	1
3	Base para soporte de escarificadores	ASTM A 572	1
4	Chasis principal	ASTM A 572	1
5	Puente delantero	ASTM A 572	1
6	Tiro	ASTM A 572 (Estructura)/ H1045 (Ejes)	1
7	Puente posterior	ASTM A 572 (Estructura)/ H1045 (Ejes)	1
8	Eje con brida para pivote posterior	ASTM A 572 (brida)/H1045(Eje)	1
9	Pin CAT 9R4494	VCN 150 (AISI 4340)	4
10	Rótula y mecanismo de estabilidad	H1045	1

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Análisis en soporte de cuchilla

La Fuerza aplicada a la cuchilla es de 40,000 N en el área de trabajo. La cuchilla presenta cartelas en la parte posterior las cuales permiten absorber el impacto.

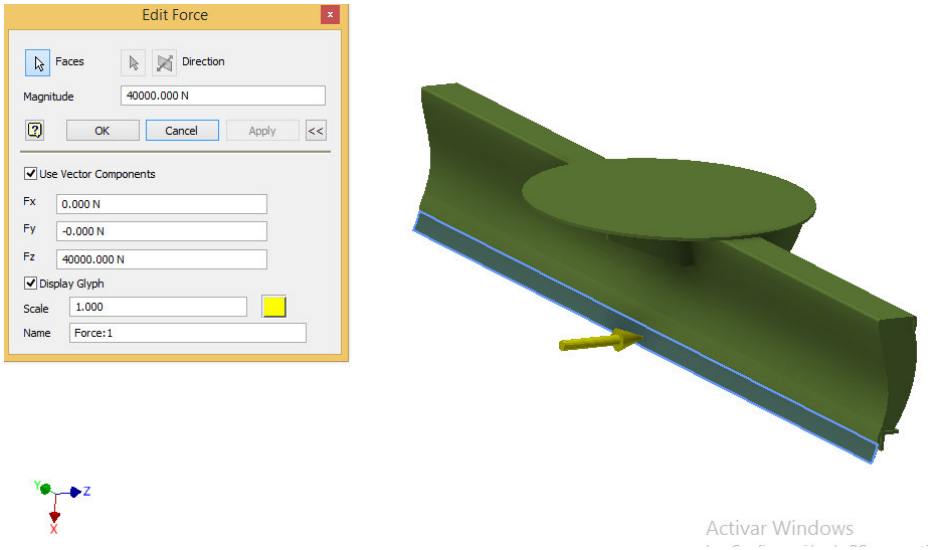


Figura 4.5 Fuerza aplicada en soporte de cuchilla
Fuente: Elaboración propia

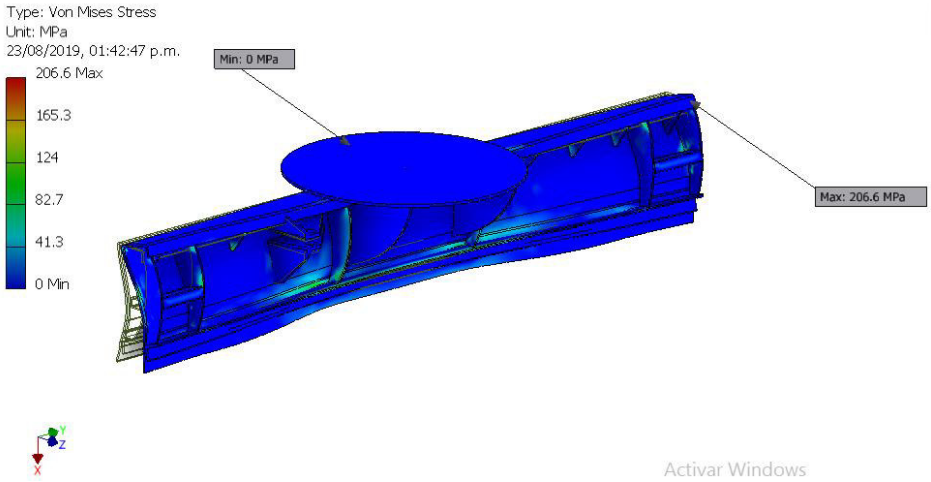


Figura 4.6 Esfuerzo de Von Misses en soporte en cuchilla
Fuente: Elaboración propia

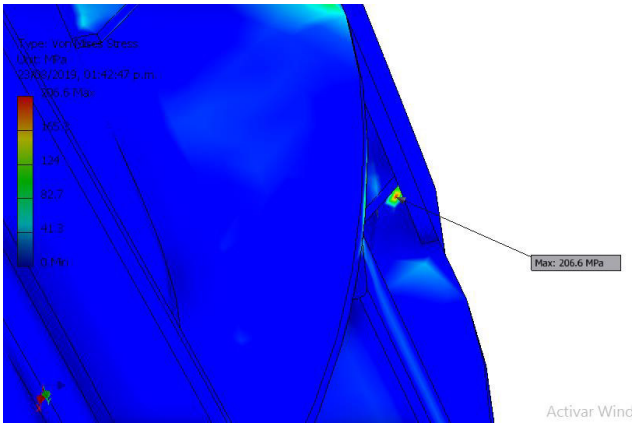


Figura 4.7 Visualización de esfuerzo de Von Misses en soporte en cuchilla
Fuente: Elaboración propia

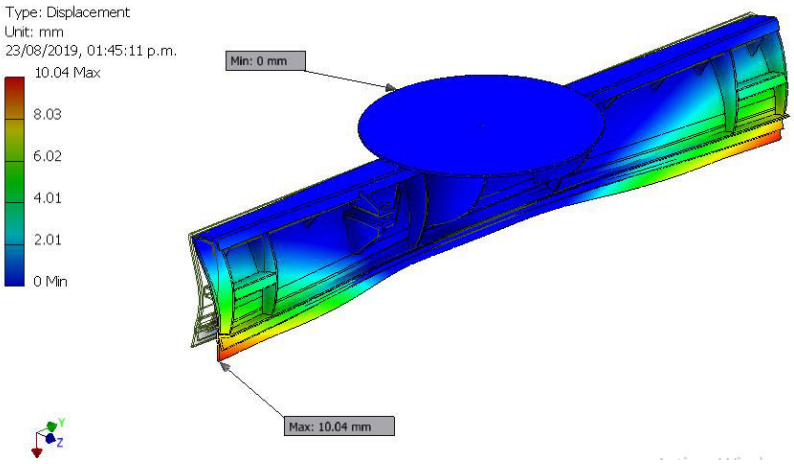


Figura 4.8 Desplazamiento en soporte en cuchilla
Fuente: Elaboración propia

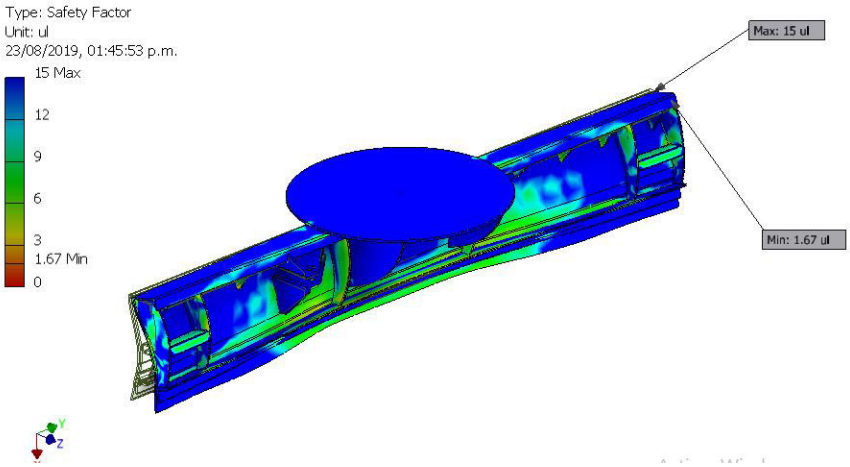


Figura 4.9 Factor de seguridad en soporte en cuchilla
Fuente: Elaboración propia

4.1.5.1.Resultados

- Según la tensión de Von Misses; el esfuerzo máximo que sufre el soporte de cuchilla es de 206.6 MPa localizado en las cartelas laterales. Este esfuerzo es inferior al esfuerzo de fluencia del material ASTM A572.
  El esfuerzo de fluencia del material ASTM A572 es de 345 MPa y el esfuerzo de tracción es 450 MPa.
- El desplazamiento máximo del soporte de cuchilla es en los laterales con 10 mm.
- El factor de seguridad del elemento es de 1.67, el cual es mayor al factor de seguridad mínimo requerido de 1.5

4.1.6. Análisis en soporte de cilindro hidráulico de cuchilla en chasis

La Fuerza aplicada a este elemento es de 40,000 N sobre la base de cilindro hidráulico. Este soporte se encuentra soldado al chasis principal y sujeta el cilindro hidráulico que permite el movimiento de la cuchilla.

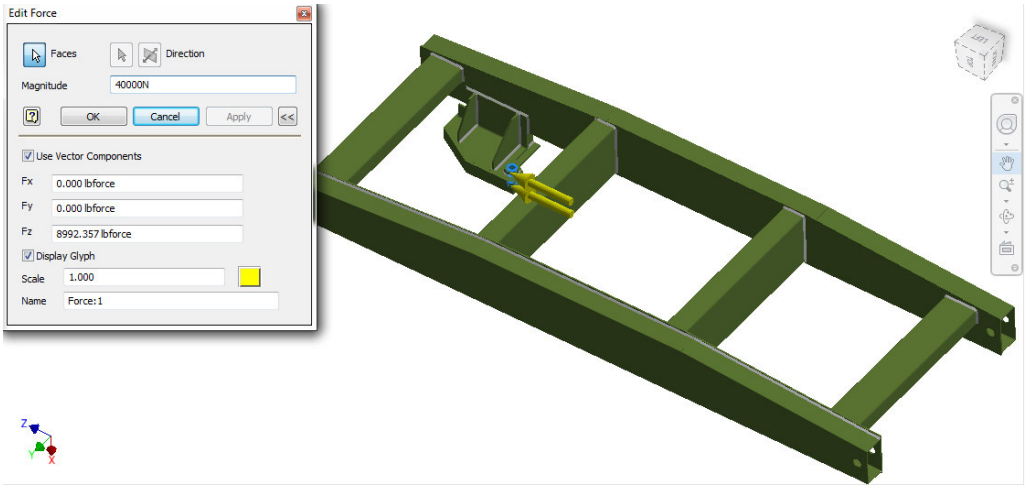


Figura 4.10 Fuerza aplicada en soporte de cilindro hidráulico
Fuente: Elaboración propia

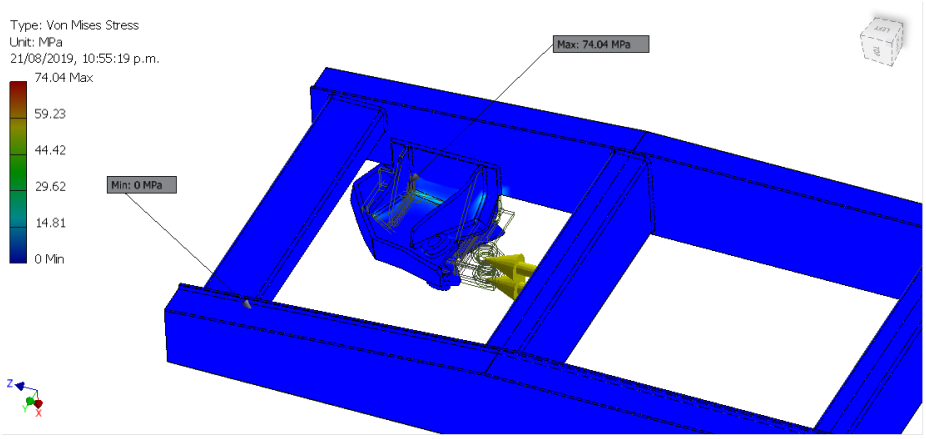


Figura 4.11 Esfuerzo de Von Misses en soporte de cilindro hidráulico
Fuente: Elaboración propia

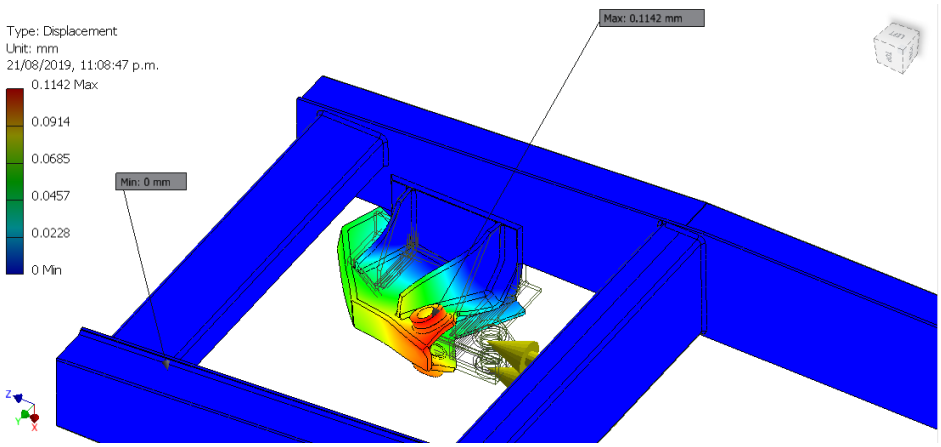


Figura 4.12 Desplazamiento en soporte de cilindro hidráulico
Fuente: Elaboración propia

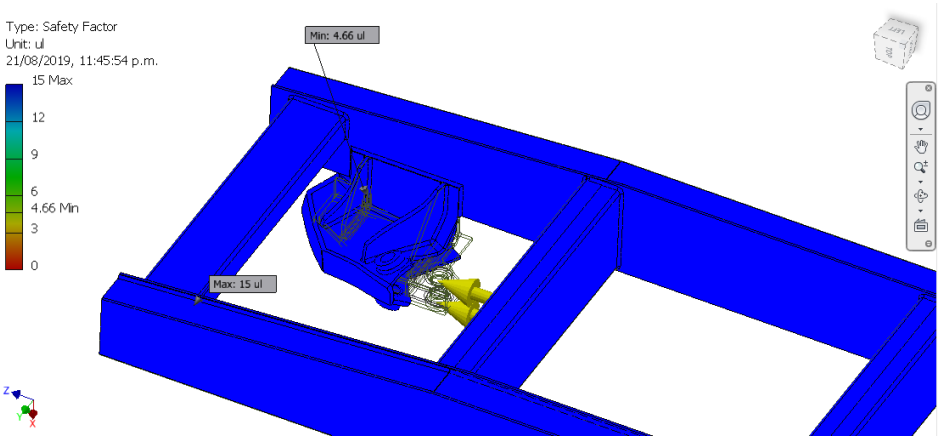


Figura 4.13 Factor de seguridad en soporte de cilindro hidráulico
Fuente: Elaboración propia

4.1.6.1.Resultados

- Según la tensión de Von Misses; el esfuerzo máximo que sufre el soporte de cilindro hidráulico es de 74 MPa. Este esfuerzo es inferior al esfuerzo de fluencia del material ASTM A572.
  El esfuerzo de fluencia del material ASTM A572 es de 345 MPa y el esfuerzo de tracción es 450 MPa.
- El desplazamiento máximo del soporte de cuchilla es en el centro con 0.11mm.
- El factor de seguridad del elemento es de 4.66.

4.1.7. Análisis de carga en chasis principal

La Fuerza aplicada a este elemento es de 12,000 N debido a que soporta el peso de la cuchilla, la base para soporte de escarificadores, el soporte de los escarificadores y 3 cilindros hidráulicos.

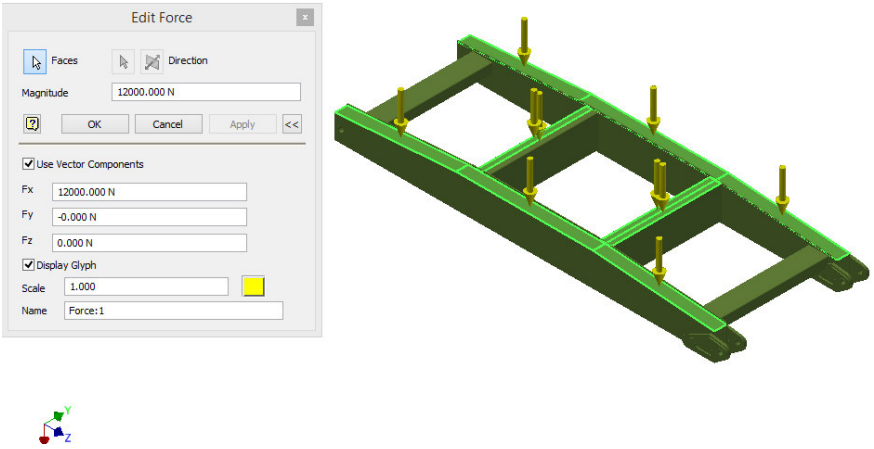


Figura 4.14 Fuerza aplicada en chasis principal
Fuente: Elaboración propia

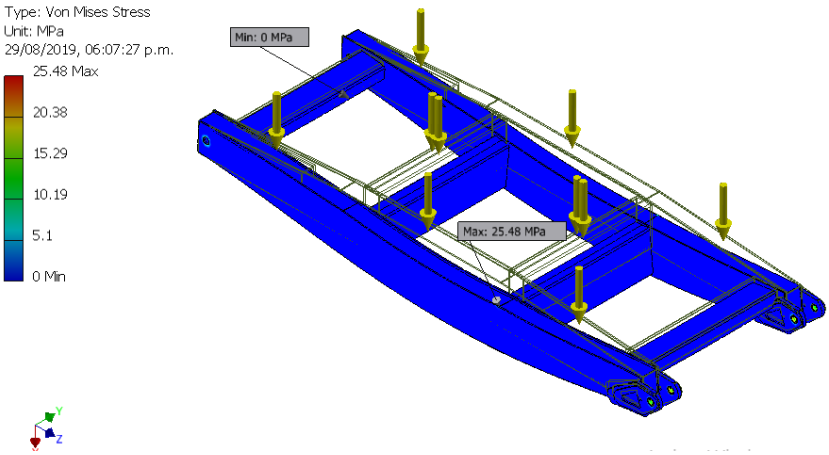


Figura 4.15 Esfuerzo de Von Misses en chasis principal
Fuente: Elaboración propia

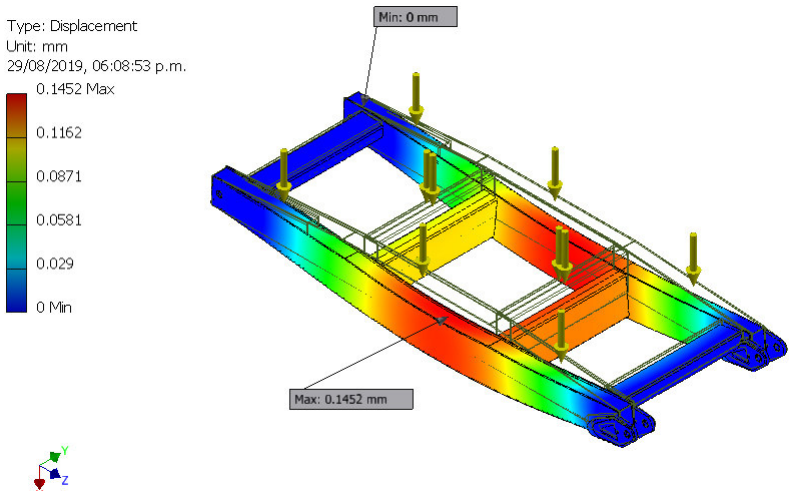


Figura 4.16 Desplazamiento en chasis principal
Fuente: Elaboración propia

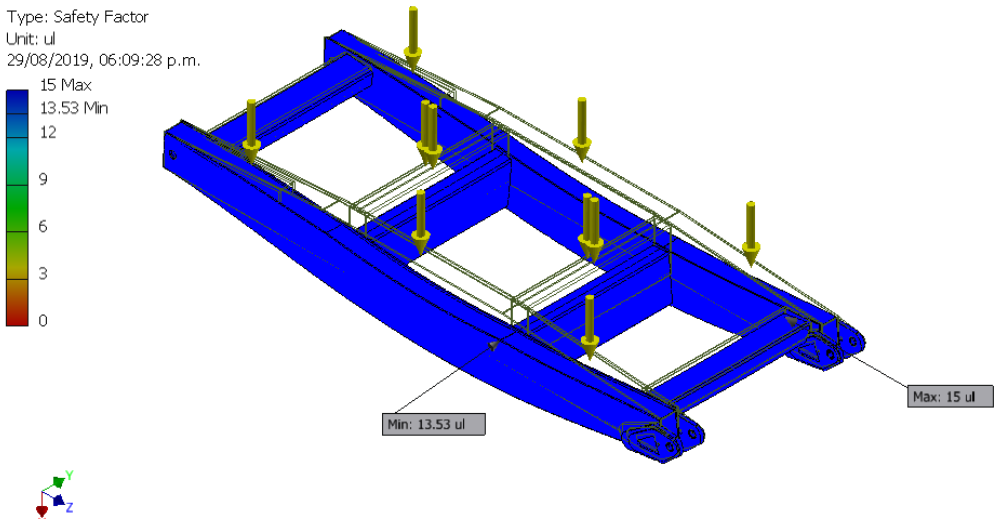


Figura 4.17 Factor de seguridad en chasis principal
Fuente: Elaboración propia

4.1.7.1.Resultados

- Según la tensión de Von Misses; el esfuerzo máximo que sufre el chasis principal es de 25.48 MPa. Este esfuerzo es inferior al esfuerzo de fluencia del material ASTM A572.
  El esfuerzo de fluencia del material ASTM A572 es de 345 MPa y el esfuerzo de tracción es 450 MPa.
- El desplazamiento máximo del chasis principal es en el centro con 0.14mm.
- El factor de seguridad del elemento es de 13.5

4.1.8. Análisis de carga en base para soporte de escarificadores

La Fuerza aplicada a este elemento es de 8,000 N debido a que soporta el impacto de los escarificadores.

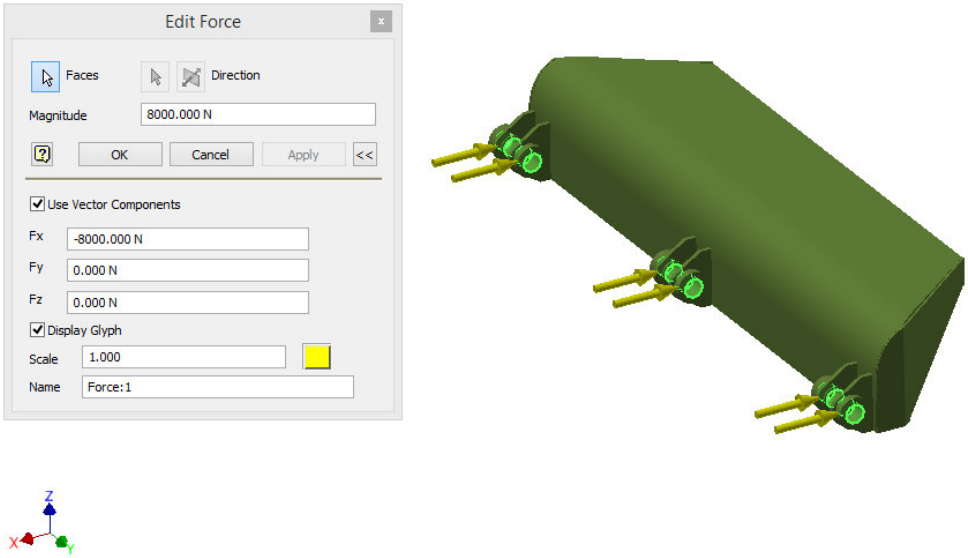


Figura 4.18 Fuerza aplicada en base para soporte de escarificadores
Fuente: Elaboración propia

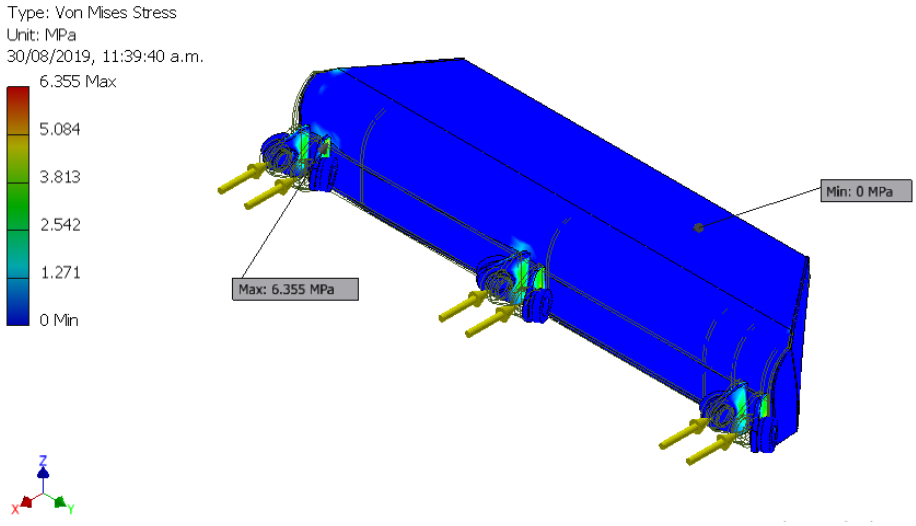


Figura 4.19 Esfuerzo de Von Misses en base para soporte de escarificadores
Fuente: Elaboración propia

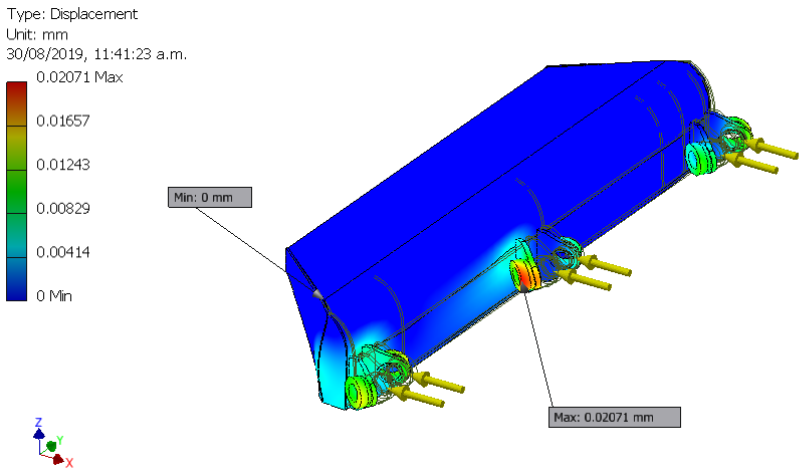


Figura 4.20 Desplazamiento en base para soporte de escarificadores
Fuente: Elaboración propia

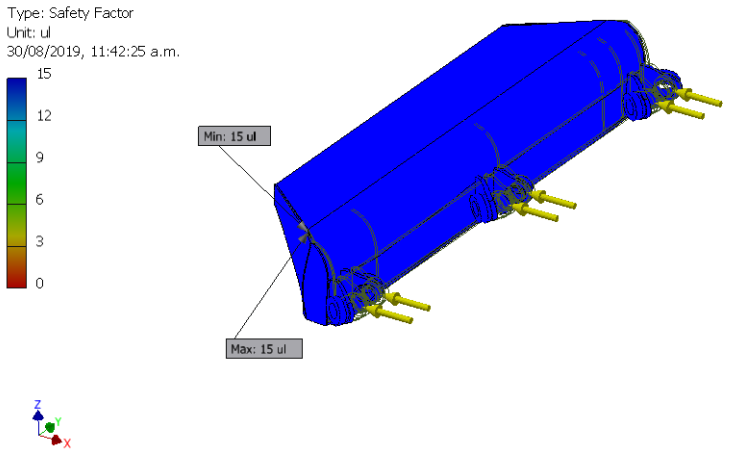


Figura 4.21 Factor de seguridad en base para soporte de escarificadores
Fuente: Elaboración propia

4.1.8.1.Resultados

- Según la tensión de Von Misses; el esfuerzo máximo que sufre la base para soporte de escarificadores es de 6,35 MPa. Este esfuerzo es inferior al esfuerzo de fluencia del material ASTM A572.
  El esfuerzo de fluencia del material ASTM A572 es de 345 MPa y el esfuerzo de tracción es 450 MPa.
- El desplazamiento máximo de la base para soporte de escarificadores es de 0.02mm.
- El factor de seguridad del elemento es de 15

4.1.9. Análisis en soporte de llantas posteriores

La Fuerza aplicada a este elemento es de 30,000 N en la base de bocinas debido a que soporta la mitad del peso total del implemento.

- Fijación: ejes extremos.

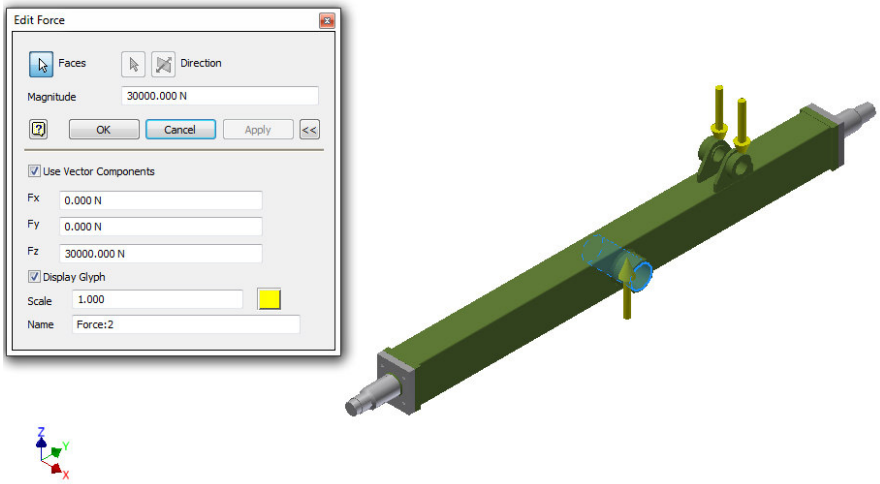


Figura 4.22 Fuerza aplicada a soporte de llantas posteriores
Fuente: Elaboración propia

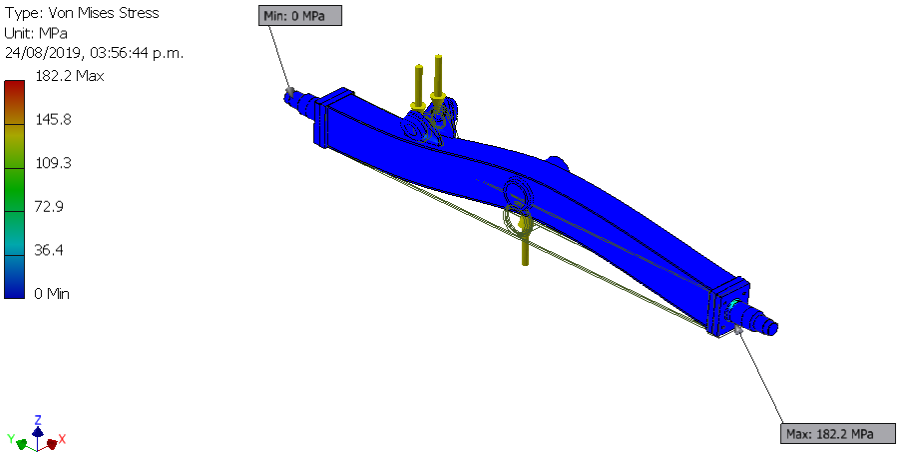


Figura 4.23 Esfuerzo de Von Misses aplicada a soporte de llantas posteriores
Fuente: Elaboración propia

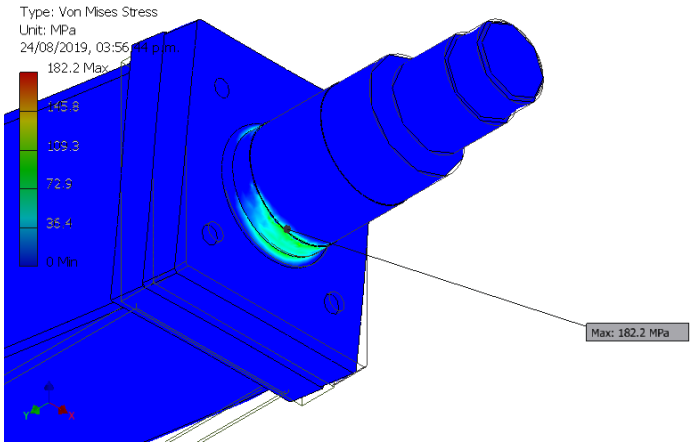


Figura 4.24 Visualización de esfuerzo de Von Misses en soporte de llantas posteriores
Fuente: Elaboración propia

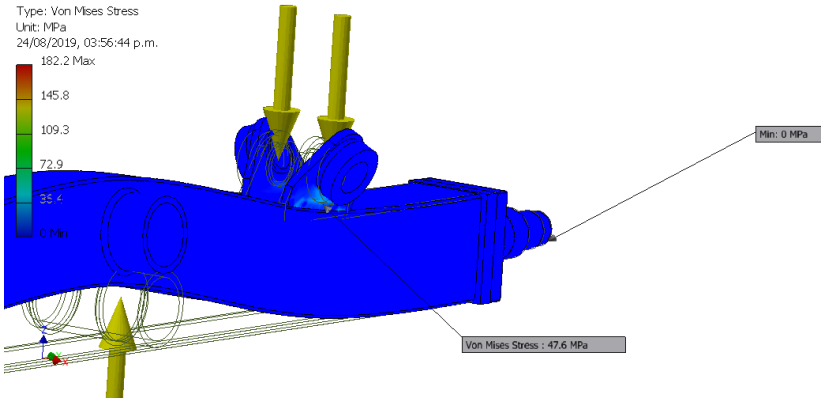


Figura 4.25 Esfuerzo de Von Misses en soporte del cilindro hidráulico
Fuente: Elaboración propia

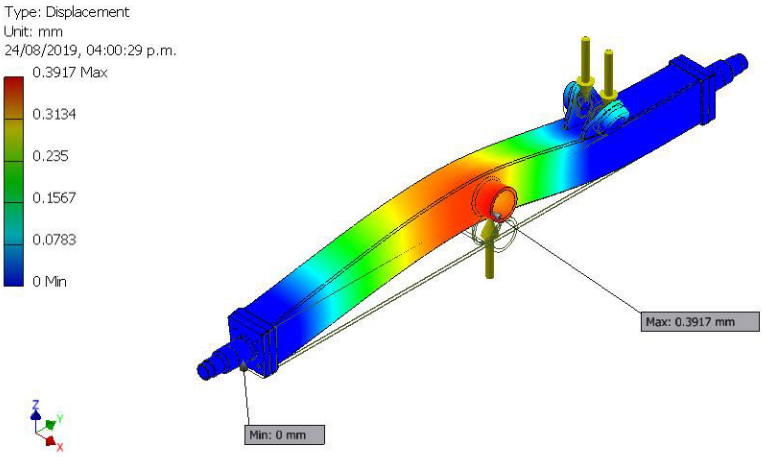


Figura 4.26 Desplazamiento en soporte de llantas posteriores
Fuente: Elaboración propia

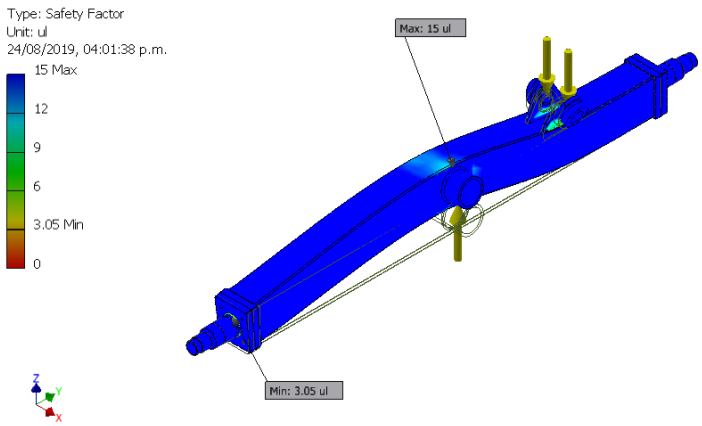


Figura 4.27 Factor de seguridad en soporte de llantas posteriores
Fuente: Elaboración propia

4.1.9.1.Resultados

- Según la tensión de Von Misses; el esfuerzo máximo que sufre el elemento es de 182.2 MPa localizado en los ejes extremos. Este esfuerzo es inferior al esfuerzo de fluencia del material ASTM A572 (para el caso de la base cuadrada) y H1045 (para los ejes extremos).
  El esfuerzo de fluencia del material ASTM A572 es de 345 MPa y el esfuerzo de tracción es 450 MPa.
- El desplazamiento máximo del elemento es en el centro con 0.39mm.
- El factor de seguridad del elemento es de 3.05.

4.1.10. Eje con brida (Pivote posterior)

Este elemento une el puente posterior con el soporte de llantas posteriores el cual me permite el movimiento de pivot. Este eje está sometido a una fuerza de 30,000 N

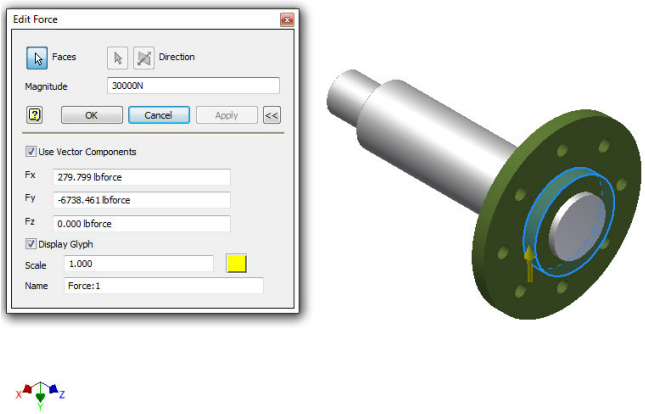


Figura 4.28 Fuerza aplicada a eje con brida (Pivote posterior)
Fuente: Elaboración propia

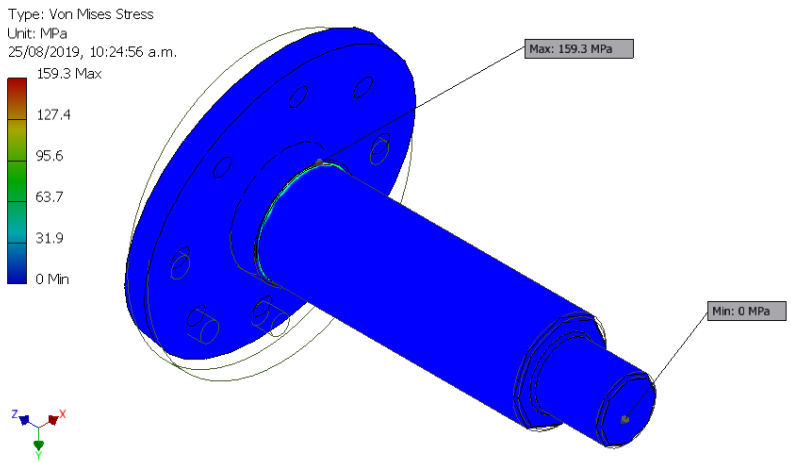


Figura 4.29 Esfuerzo de Von Misses a eje con brida (Pivote posterior)
Fuente: Elaboración propia

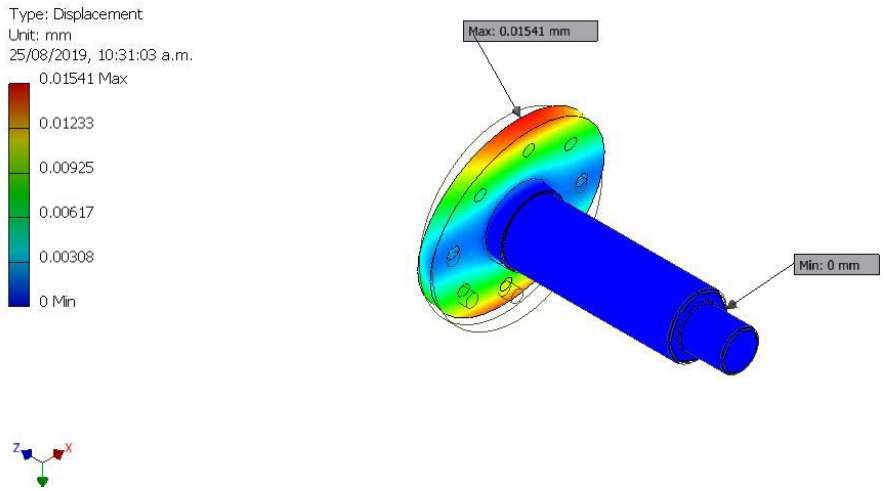


Figura 4.30 Desplazamiento de eje con brida (Pivote posterior)
Fuente: Elaboración propia

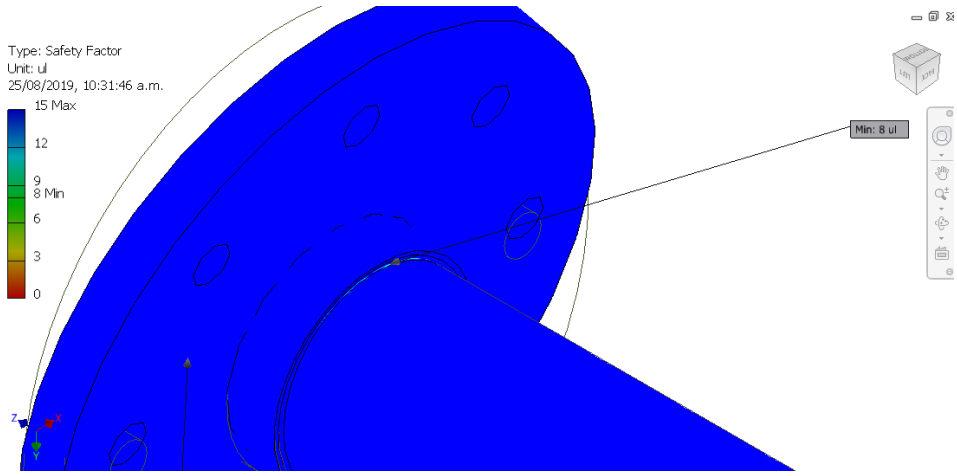


Figura 4.31 Factor de seguridad en eje con brida (Pivote posterior)
Fuente: Elaboración propia

4.1.10.1. Resultados

- Según la tensión de Von Misses; el esfuerzo máximo que sufre el elemento es de 159.3 MPa localizado entre la unión del eje y la brida. Este esfuerzo es inferior al esfuerzo de fluencia del material ASTM A572 (brida) y H1045 (eje).
  El esfuerzo de fluencia del material ASTM A572 es de 345 MPa y el esfuerzo de tracción es 450 MPa.
  El esfuerzo de fluencia del material AISI 1045 es de 370 MPa y el esfuerzo de tracción es 650 MPa.
- El desplazamiento máximo se ubica entre el eje y la brida con 0.015 mm.
- El factor de seguridad del elemento es de 8.00.

4.1.11. Tiro

La fuerza aplicada al tiro es de 30,000 N debido a que soporta la mitad del peso total del implemento. Los puntos de fijación son los ejes laterales de los cuales se soportan las llantas.

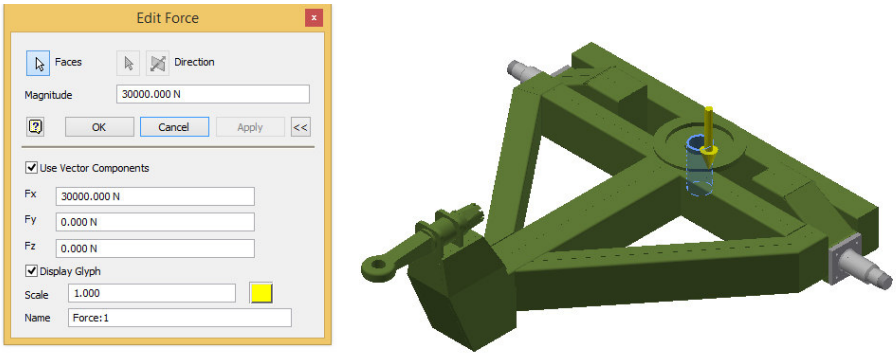


Figura 4.32 Fuerza aplicada a Tiro
Fuente: Elaboración propia

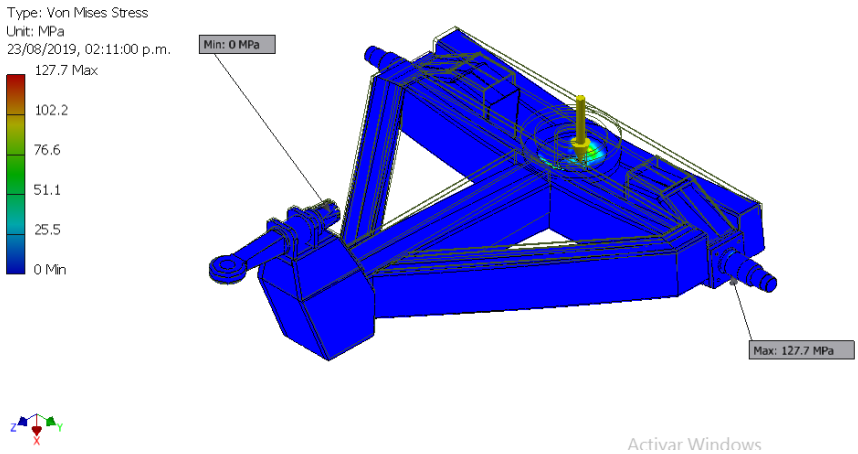


Figura 4.33 Esfuerzo de Von Misses en Tiro
Fuente: Elaboración propia

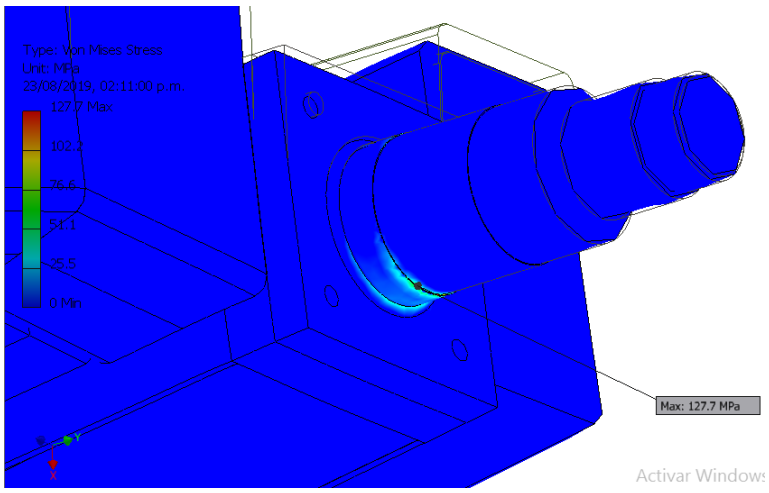


Figura 4.34 Visualización del esfuerzo de Von Misses en eje soporte de llanta
Fuente: Elaboración propia

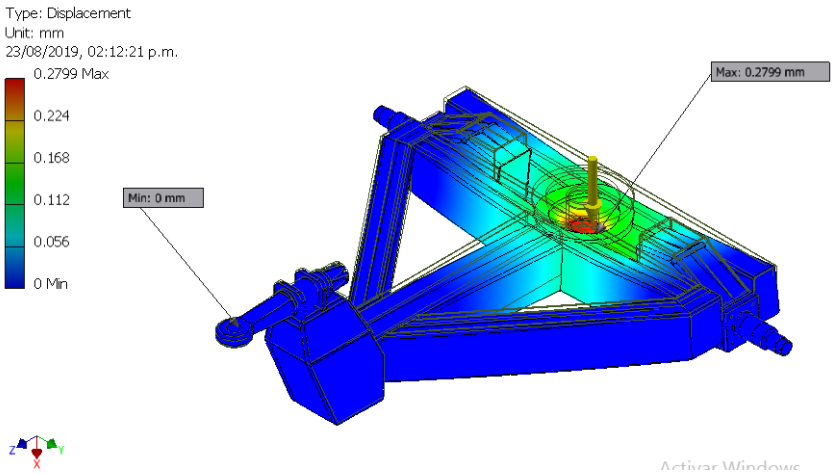


Figura 4.35 Desplazamiento en Tiro
Fuente: Elaboración propia

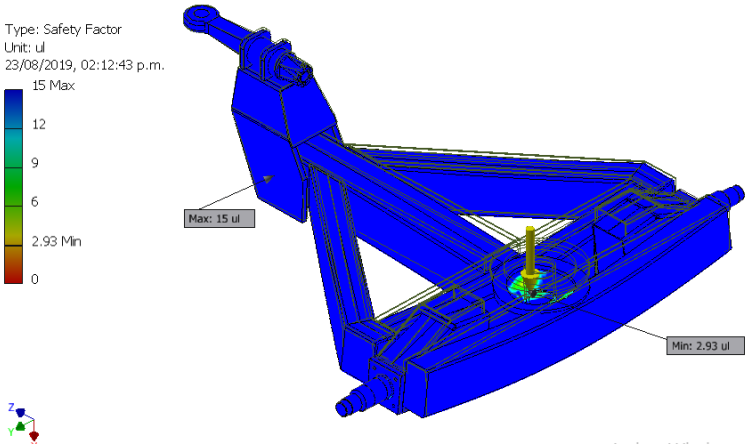


Figura 4.36 Factor de seguridad en Tiro
Fuente: Elaboración propia

4.1.11.1. Resultados

- Según la tensión de Von Misses; el esfuerzo máximo que sufre el elemento es de 127.7 MPa localizado entre la unión de los ejes extremos y la estructura. Este esfuerzo es inferior al esfuerzo de fluencia del material ASTM A572 (brida) y H1045 (ejes extremos).
  El esfuerzo de fluencia del material ASTM A572 es de 345 MPa y el esfuerzo de tracción es 450 MPa.
  El esfuerzo de fluencia del material AISI 1045 es de 370 MPa y el esfuerzo de tracción es 650 MPa.
- El desplazamiento máximo se ubica en el centro (base de rótula) con 0.27 mm.
- El factor de seguridad del elemento es de 6.5

4.1.12. Puente delantero

4.1.12.1. Fuerza por empuje de chasis

La fuerza aplicada al puente delantero es de 50,000 N debido a que está sometido al empuje del tiro y al peso de los demás elementos del implemento.

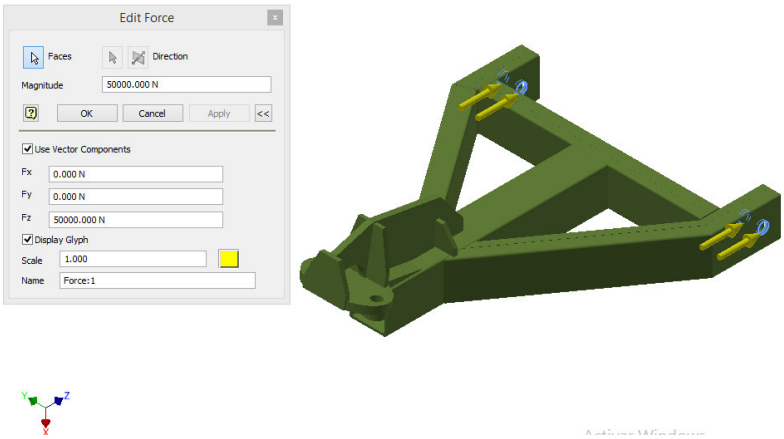


Figura 4.37 Fuerza de empuje aplicado a puente delantero
Fuente: Elaboración propia

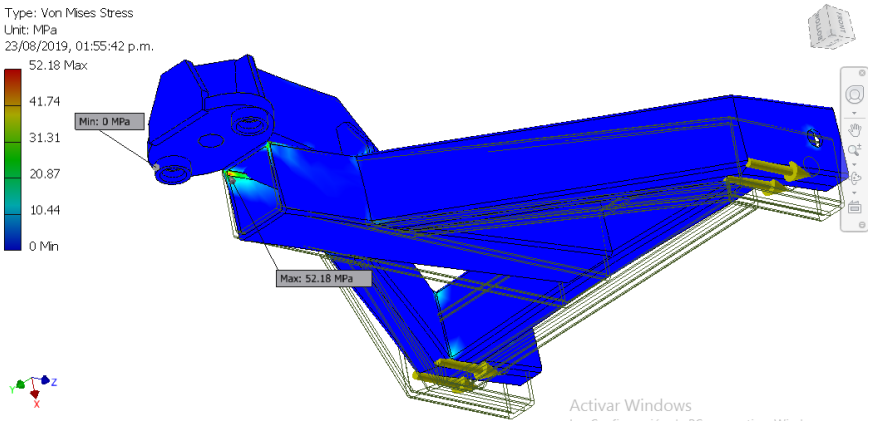


Figura 4.38 Esfuerzo de Von Misses en puente delantero
Fuente: Elaboración propia

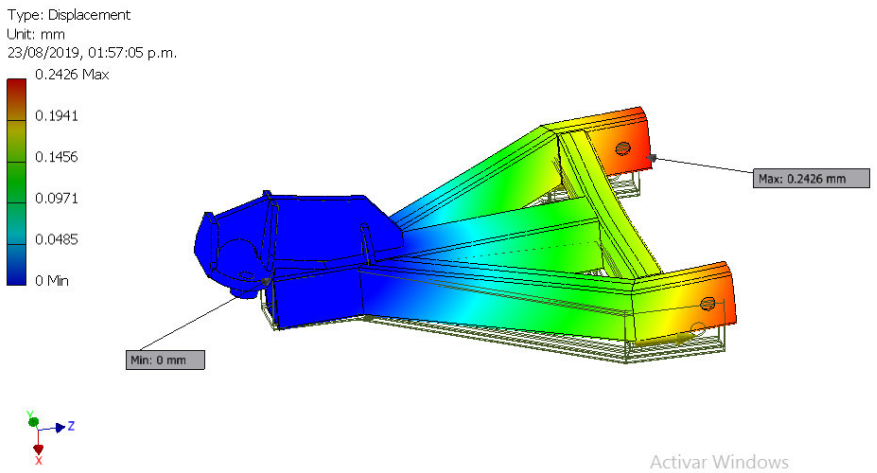


Figura 4.39 Desplazamiento en puente delantero
Fuente: Elaboración propia

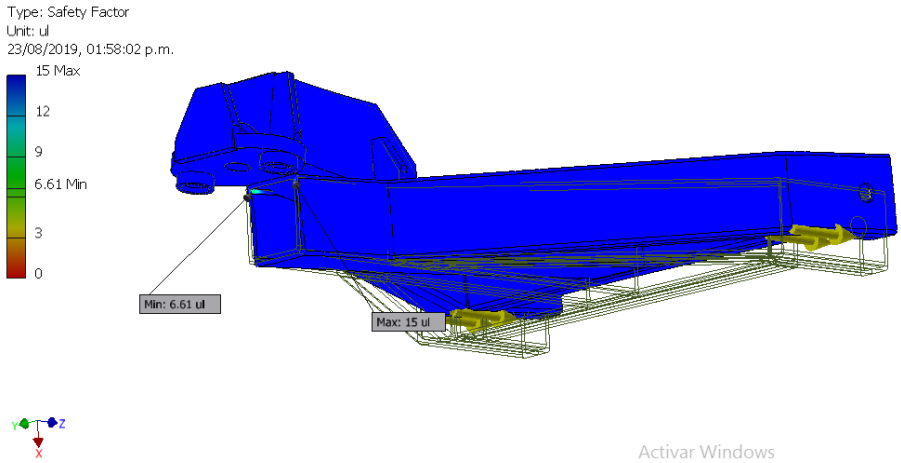


Figura 4.40 Factor de seguridad en puente delantero
Fuente: Elaboración propia

Resultados:

- Según la tensión de Von Misses; el esfuerzo máximo que sufre el elemento es de 52.18 MPa. Este esfuerzo es inferior al esfuerzo de fluencia del material ASTM A572.
  El esfuerzo de fluencia del material ASTM A572 es de 345 MPa y el esfuerzo de tracción es 450 MPa.
- El desplazamiento máximo se ubica en la base de pines con 0.24 mm.
- El factor de seguridad del elemento es de 6.61.

4.1.12.2. Fuerza de tracción en el centro

El puente delantero también está sometido a una fuerza de tracción debido al movimiento de altura. La fuerza aplicada es de 30,000 N por soportar la mitad del peso total del implemento (La otra mitad es compartida con el puente posterior).

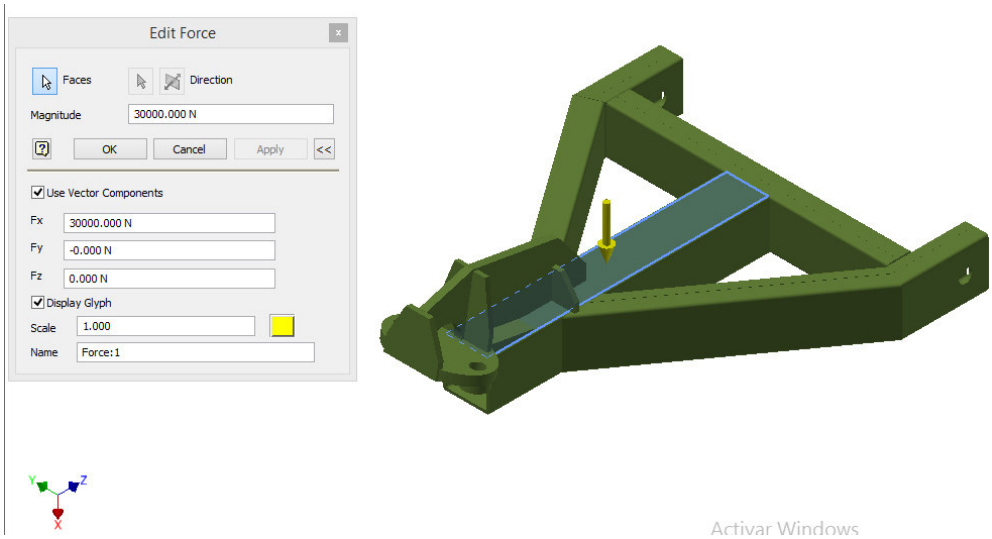


Figura 4.41 Fuerza aplicada en puente delantero
Fuente: Elaboración propia

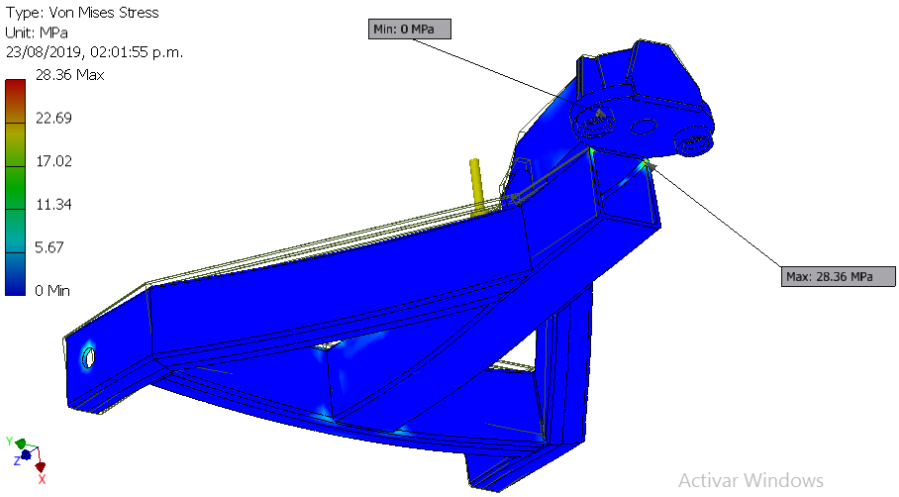


Figura 4.42 Esfuerzo de Von Misses en puente delantero
Fuente: Elaboración propia

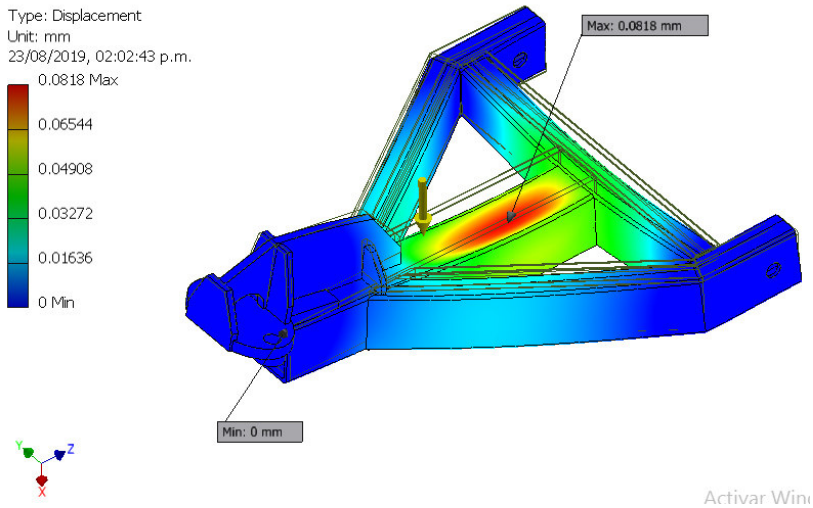


Figura 4.43 Desplazamiento en puente delantero
Fuente: Elaboración propia

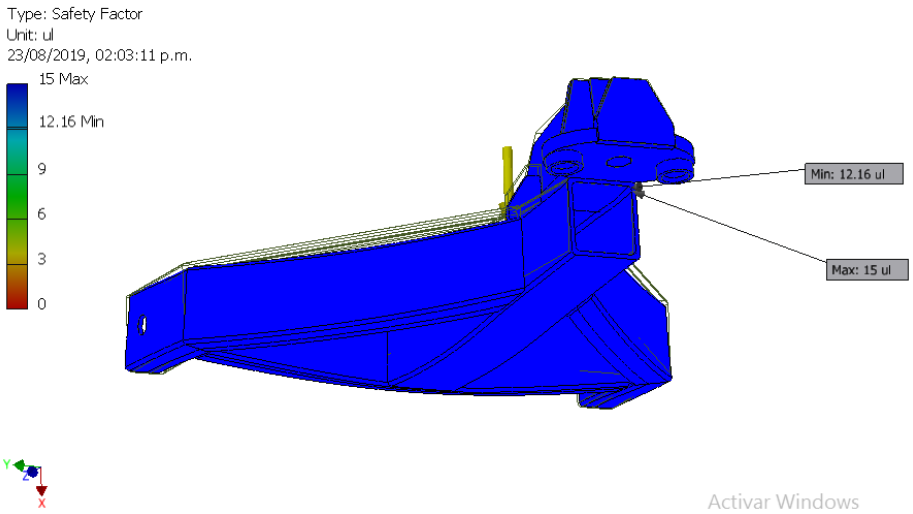


Figura 4.44 Factor de seguridad en puente delantero
Fuente: Elaboración propia

Resultados:

- Según la tensión de Von Misses; el esfuerzo máximo que sufre el elemento es de 28.36 MPa. Este esfuerzo es inferior al esfuerzo de fluencia del material ASTM A572.
  El esfuerzo de fluencia del material ASTM A572 es de 345 MPa y el esfuerzo de tracción es 450 MPa.
- El desplazamiento máximo se ubica en el centro con 0.08 mm.
- El factor de seguridad del elemento es de 12.16.

4.1.13. Pin 9R4494

El Pin 9R4494 es usado en este diseño para unir los puentes delantero y posterior con el chasis.

A este Pin se le ha aplicado una fuerza de 20,000N por ser 4 unidades los que soportar el peso total del implemento.

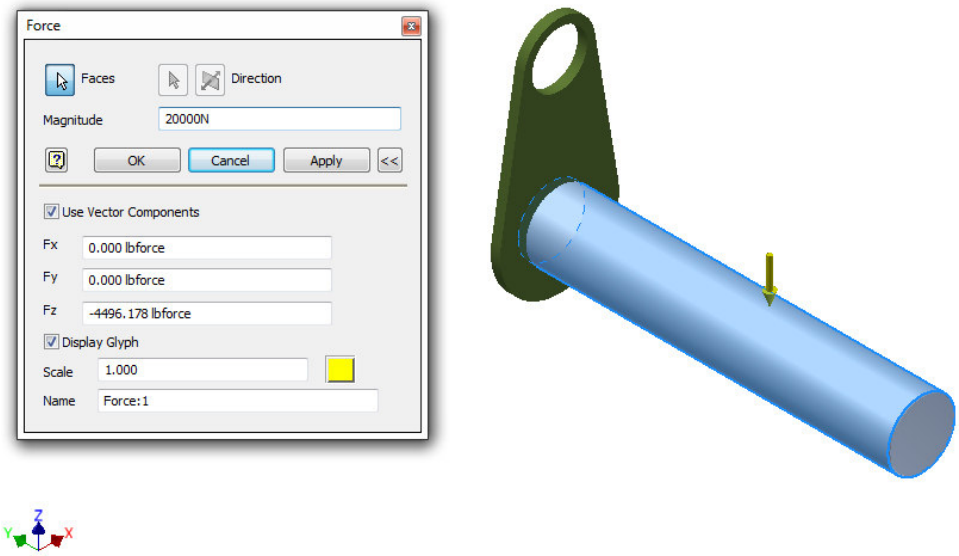


Figura 4.45 Fuerza aplicada en Pin 9R4494
Fuente: Elaboración propia

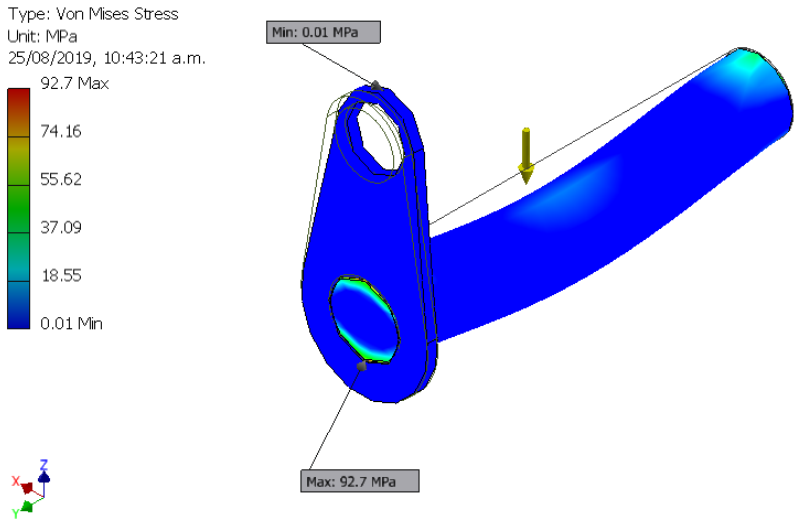


Figura 4.46 Esfuerzo de Von Misses en Pin 9R4494
Fuente: Elaboración propia

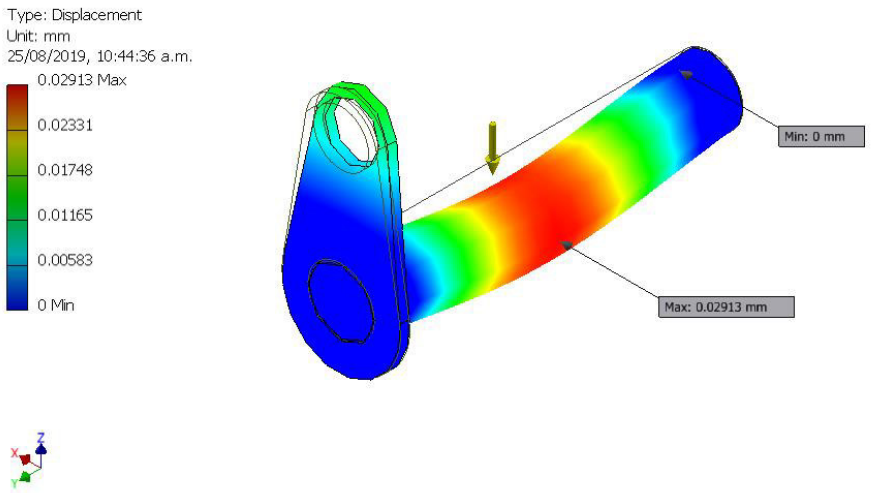


Figura 4.47 Desplazamiento en el Pin 9R4494
Fuente: Elaboración propia

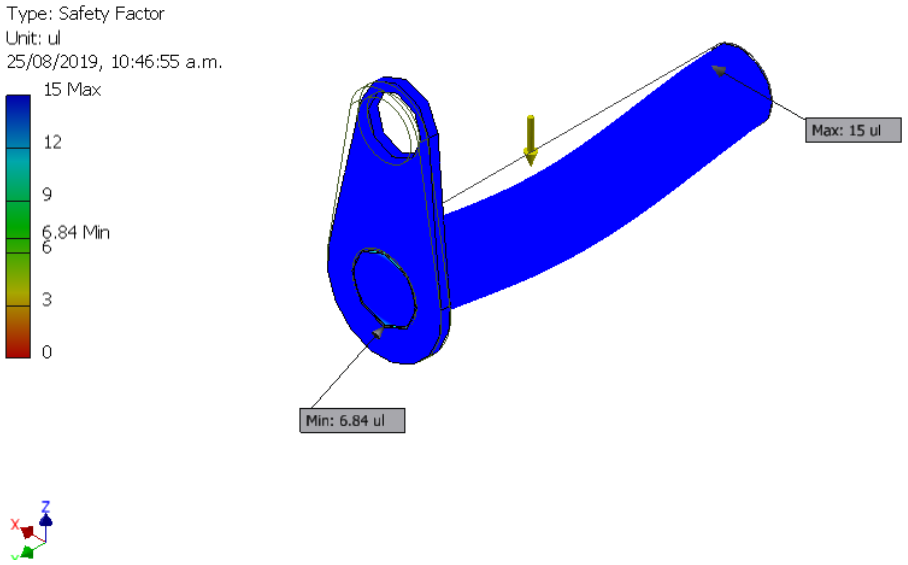


Figura 4.48 Factor de seguridad en Pin 9R4494
Fuente: Elaboración propia

4.1.13.1. Resultados

- Según la tensión de Von Misses; el esfuerzo máximo que sufre el elemento es de 92.7 MPa. Este esfuerzo es muy inferior al esfuerzo de fluencia del material VCN (AISI 4340)
  El esfuerzo límite de fluencia del material AISI 4340 es de 785 MPa y el esfuerzo de tracción es 980 MPa, El diámetro del pin es de 45 mm.
- El desplazamiento máximo se ubica en el centro con 0.029 mm.
- El factor de seguridad del elemento es de 6.84.

4.1.14. Rótula y mecanismo de estabilidad.

El tiro y el puente delantero están unidos mediante una rótula la cual facilita el movimiento angular del chasis. La rótula está diseñada con un material H1045. Este elemento está unido a un disco el cual permite el movimiento giratorio del tiro y además soporta 2 resortes (Ø25 mm de espira y 195 mm de longitud) para estabilizar el sistema.

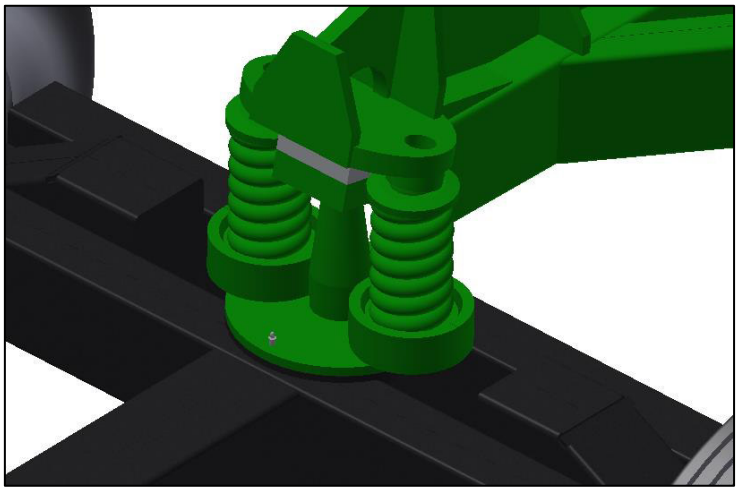


Figura 4.49 Rótula y mecanismo de estabilidad
Fuente: Elaboración propia

La rótula está sometida a una fuerza de 30,000 N, debido a que el peso del equipo está distribuido entre este elemento y el eje pivote posterior.

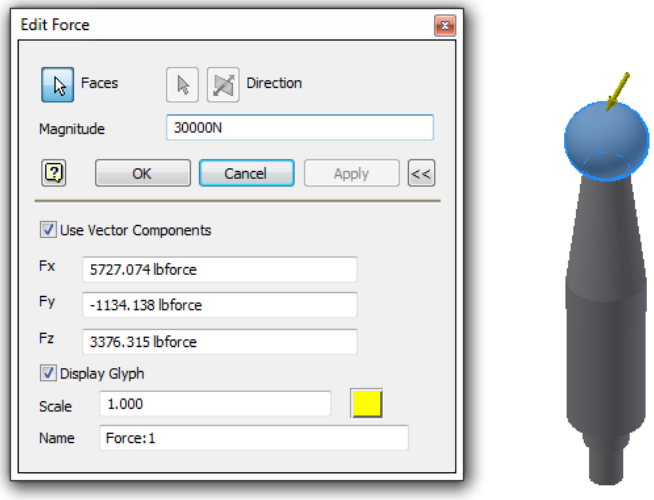


Figura 4.50 Fuerza aplicada a rótula
Fuente: Elaboración propia

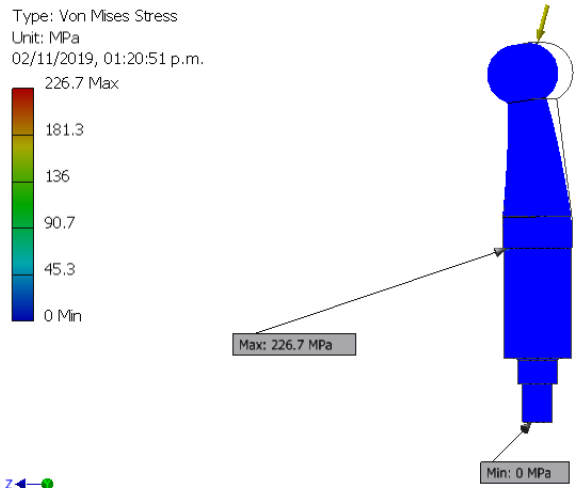


Figura 4.51 Esfuerzo de Von Misses en rótula
Fuente: Elaboración propia

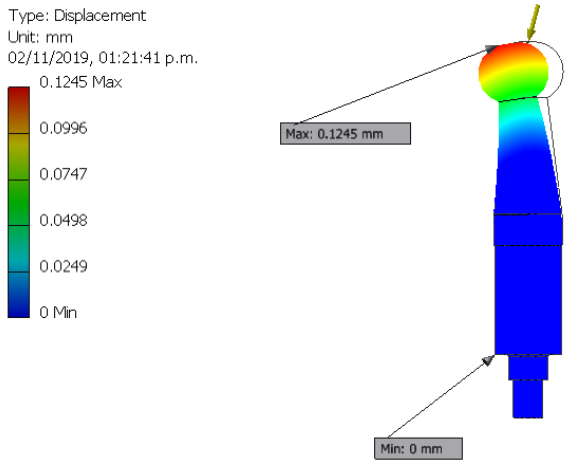


Figura 4.52 Desplazamiento en rótula
Fuente: Elaboración propia

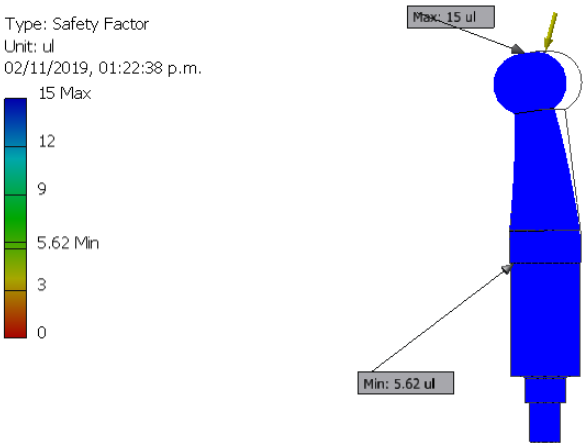


Figura 4.53 Factor de seguridad en rótula
Fuente: Elaboración propia

4.1.14.1. Resultados

- Según la tensión de Von Misses; el esfuerzo máximo que sufre el elemento es de 226.7 MPa. Este esfuerzo es inferior al esfuerzo de fluencia del material H1045.
  El esfuerzo de fluencia del material AISI 1045 es de 370 MPa y el esfuerzo de tracción es 650 MPa.
- El desplazamiento máximo es de 0.12 mm.
- El factor de seguridad del elemento es de 5.62.

4.2. DESARROLLO DEL SISTEMA HIDRÁULICO.

El sistema hidráulico cuenta con 6 cilindros: 2 cilindros para controlar la altura del chasis (C-1), 2 cilindros para controlar la altura de los escarificadores (C-3), 1 cilindro para el giro de la cuchilla (C-2), y 1 cilindro para el movimiento angular del Chasis (C-4).

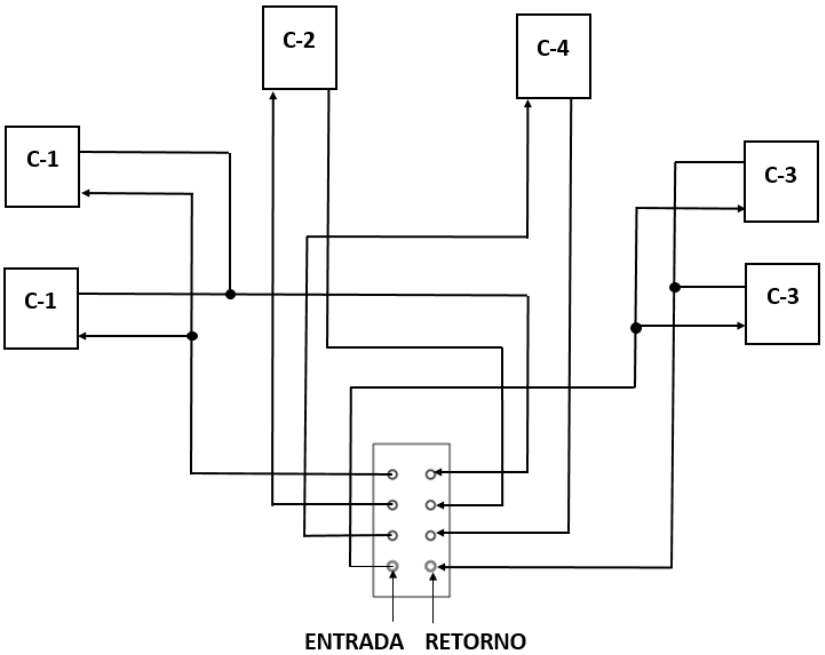


Figura 4.54 Esquema hidráulico del sistema
Fuente: Elaboración propia

El tractor requerido de 200 Hp presenta dentro de sus características un mando hidráulico con 4 válvulas de control. Esto nos permite acoplar nuestros 4 controles hidráulicos sin necesidad de incorporar un control hidráulico adicional.

Sistema Hidráulico	
Presión máxima de trabajo	215 bar
Caudal de la bomba	120 l /min
Barras inferiores telescópicas	Si
Válvulas de control remoto	3 estándar/4 opcional

Figura 4.55 Características del sistema hidráulico del tractor
Fuente: New Holland.-Argentina 2012

Dentro del diseño hidráulico se consideran 16 mangueras de 1/4 de diferentes tamaños sumando un total de 61 metros de manguera. Se consideran 8 acoples rápidos macho de 1/2 los cuales unen el sistema del implemento con el tractor para entrada y retorno del aceite hidráulico y además se presentan 4 Tee´s de 1/4 para distribuir el caudal a los cilindros C-1 y C-3.

En la siguiente figura se detalla la ubicación y partes del sistema hidráulico del implemento con su respectiva tabla especificando tipos de conectores y cantidades.

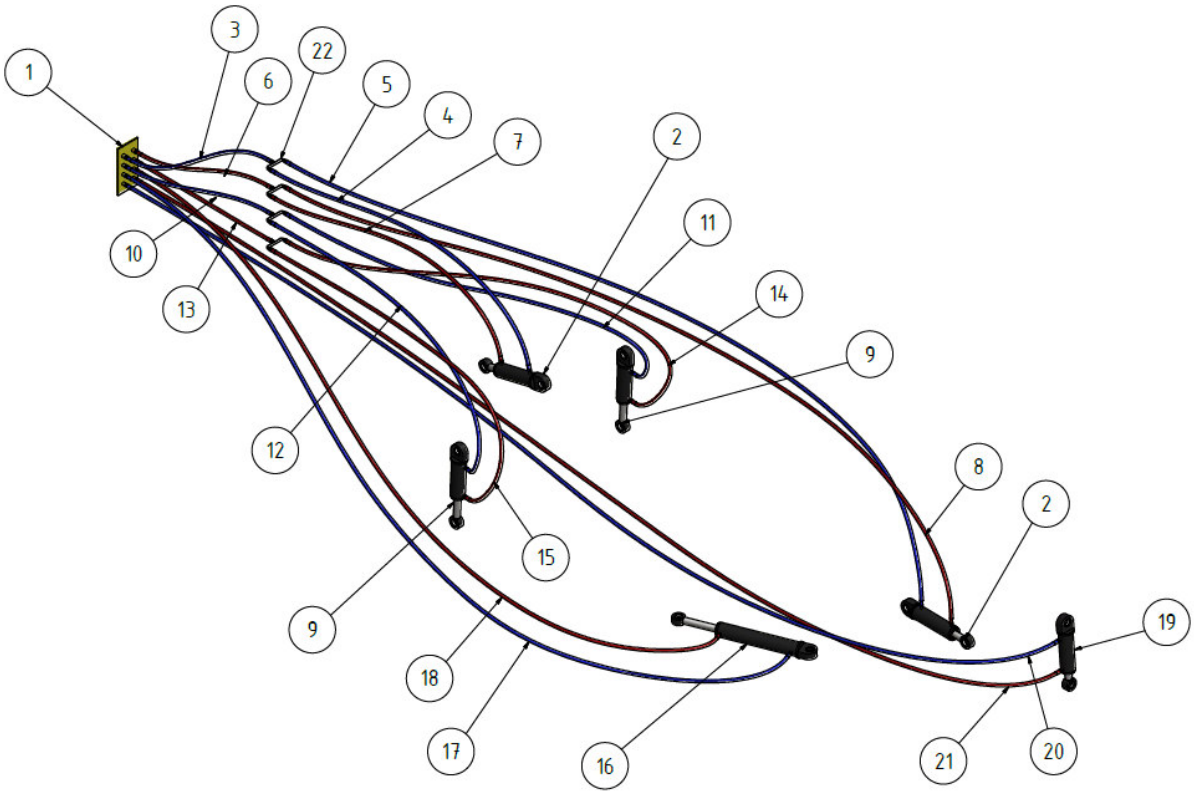


Figura 4.56 Esquema hidráulico del sistema
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.3 Partes del sistema hidráulico

ITEM	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN	CANT.
1	Mando hidráulico de Tractor (4 válvulas)		1
2	Cilindro hidráulico control de altura de chasis (C-1)		2
3	Manguera hidráulica 1/4 - 1500 mm	Acople hidráulico rápido 1/4" macho+ Conector JIC recto	1
4	Manguera hidráulica 1/4 – 2500 mm	Conector JIC 90^0+ Conector JIC 90^0	1
5	Manguera hidráulica 1/4 - 6200mm	Conector JIC 90^0+ Conector JIC 90^0	1
6	Manguera hidráulica 1/4 - 1500 mm	Acople hidráulico rápido 1/4"- macho+ Conector JIC recto	1
7	Manguera hidráulica 1/4- 2300 mm	Conector JIC 90^0+ Conector JIC 90^0	1
8	Manguera hidráulica 1/4 – 6400mm	Conector JIC 90^0+ Conector JIC 90^0	1
9	Cilindro hidráulico control de altura de escarificadores (C-3)		2
10	Manguera hidráulica 1/4- 1500 mm	Acople hidráulico rápido 1/4"- macho+ Conector JIC recto	1
11	Manguera hidráulica 1/4 – 3200mm	Conector JIC 90^0+ Conector JIC 90^0	1
12	Manguera hidráulica 1/4 -3200mm	Conector JIC 90^0+ Conector JIC 90^0	1
13	Manguera hidráulica 1/4 -1500 mm	Acople hidráulico rápido 1/4"- macho+ Conector JIC recto	1
14	Manguera hidráulica 1/4 -3500mm	Conector JIC 90^0+ Conector JIC 90^0	1
15	Manguera hidráulica 1/4 -3500mm	Conector JIC 90^0+ Conector JIC 90^0	1
16	Cilindro hidráulico para giro de cuchilla (C-2)		1
17	Manguera hidráulica 1/4 - 7500	Acople hidráulico rápido 1/4"- macho+ Conector JIC 90^0	1
18	Manguera hidráulica 1/4 - 7100	Acople hidráulico rápido 1/4"- macho+ Conector JIC 90^0	1
19	Cilindro hidráulico para movimiento angular de chasis (C-4)		1
20	Manguera hidráulica 1/4 - 8500	Acople hidráulico rápido 1/4"- macho+ Conector JIC 90^0	1
21	Manguera hidráulica 1/4 - 8700	Acople hidráulico rápido 1/4"- macho+ Conector JIC 90^0	1
22	TEE 1/4		4

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Cálculo de fuerza de los cilindros hidráulicos.

Para calcular la fuerza de los cilindros hidráulicos se necesita el área del cilindro y la presión que suministra el tractor al sistema. De esta manera se comprueba que los cilindros respondan satisfactoriamente al diseño realizado. En este caso se conoce la presión de trabajo (215 bar) la cual se indica en la hoja técnica del tractor.

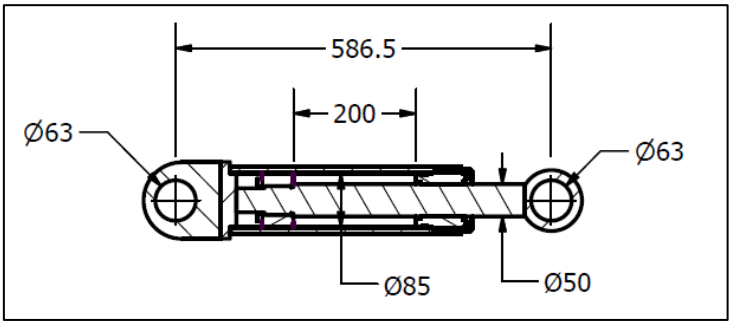


Figura 4.57 Medidas de Cilindro hidráulico en milímetros
Fuente: Elaboración propia

Cálculo de fuerzas de extensión y retracción

$$F_{extensión}\,(N) = P(MPa)\text{x}\,\frac{\pi x D^2}{4}x0.9$$

$$F_{retracción}(N) = P(MPa)\text{x}\,\frac{\pi x(D^2 - d^2)}{4}x0.9$$

Siendo:

P = Presión de operación

D = Diámetro interior del cilindro (mm)

d = Diámetro del vástago del pistón (mm)

0.9 = Coeficiente de rozamiento de rodamientos, juntas y partes móviles del cilindro.

- Cálculo de fuerzas de extensión

$$F_{extensión}\,(N) = P(MPa)\text{ x}\,\frac{\pi x D^2}{4}x0.9$$

$$P = 215\,Bar \approx 21.5\text{ MPa}$$

$$F_{extensión} = 21.5\text{ MPa x}\,\frac{\pi x 85mm^2}{4}x0.9$$

$$F_{extensión} = 109{,}801.6\,N$$

- Cálculo de fuerzas de retracción

$$F_{retracción}(N) = P(MPa)\text{x}\ \frac{\pi x(D^2 - d^2)}{4} x0.9$$

$$F_{retracción} = 21.5\text{x}\ \frac{\pi x(85mm^2 - 50mm^2)}{4} x0.9$$

$$F_{retracción} = 71{,}807.9\ N$$

Dado que los diámetros de todos los cilindros son los mismos y la fuerza máxima del implemento es de 50,000 N (Peso del implemento), el diseño de los cilindros hidráulicos satisface la necesidad del diseño.

4.3. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA MÓVIL PARA NIVELAR TERRENOS

4.3.1. Operación del sistema

4.3.1.1.Control de altura de chasis y de escarificadores

Para controlar la altura del chasis se disponen de 2 cilindros hidráulicos de 20 cm de carrera, los cuales al extenderse elevan el chasis a una altura de 25 cm del suelo a la parte inferior de la cuchilla. Al retraerse totalmente los cilindros, el chasis baja, lográndose de esa manera la posición de corte. A este punto la cuchilla llega a 10 cm por debajo del suelo.

En la posición de corte y al estar totalmente extendidos los cilindros hidráulicos de los escarificadores, estos logran estar 20 cm por debajo del suelo o 10 cm por debajo de la cuchilla, de esta manera se facilita la ruptura de materiales duros en los terrenos.

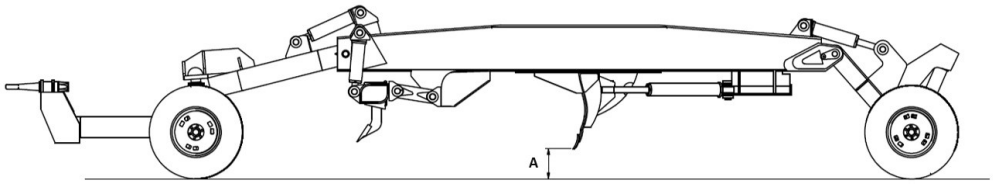


Figura 4.58 Posición de traslado
Fuente: Elaboración propia

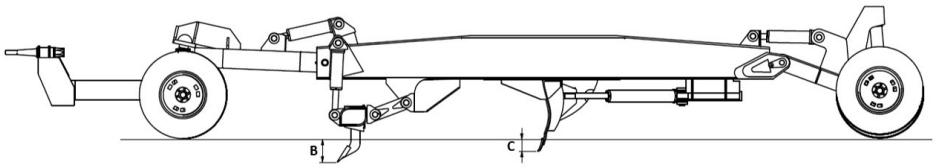


Figura 4.59 Posición de trabajo
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.4 *Posiciones de traslado y trabajo*

Posiciones de traslado y trabajo	
A	25cm
B	20cm
C	10cm

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.2.Control de giro de cuchilla

El cilindro hidráulico que permite el giro de la cuchilla tiene 45 cm de carrera, el cual hace que esta gire a 20^0 en ambas direcciones.

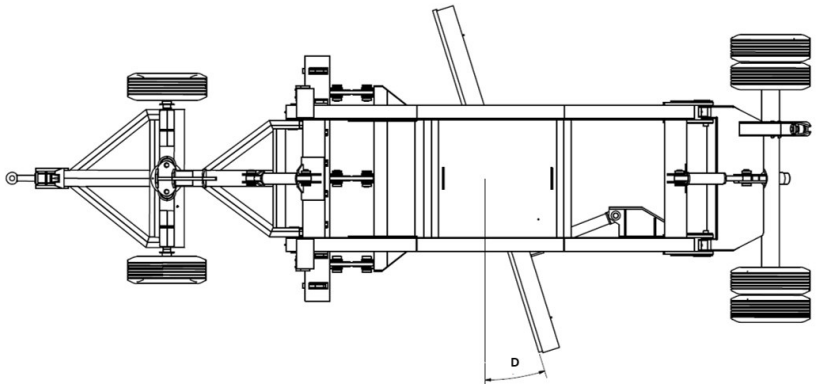


Figura 4.60 Posición cuchilla cilindro hidráulico cerrado
Fuente: Elaboración propia

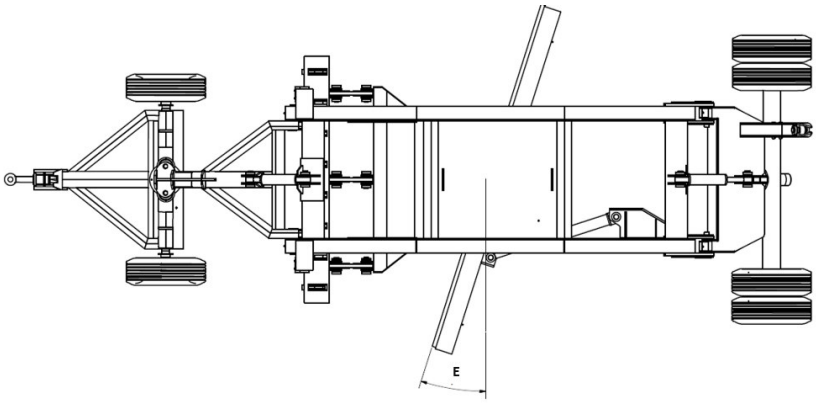


Figura 4.61 Posición cuchilla cilindro hidráulico extendido
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.5 *Posiciones de movimiento de cuchilla*

Posiciones de movimiento de cuchilla	
D	20^0
E	20^0

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3.Control de movimiento angular de chasis

El cilindro hidráulico que permite el movimiento angular se encuentra en la parte posterior del implemento y es de 15 cm de carrera. Junto con el efecto de pivot del soporte de las llantas se logra inclinar el chasis para que la cuchilla trabaje en zonas que presenten desnivel.

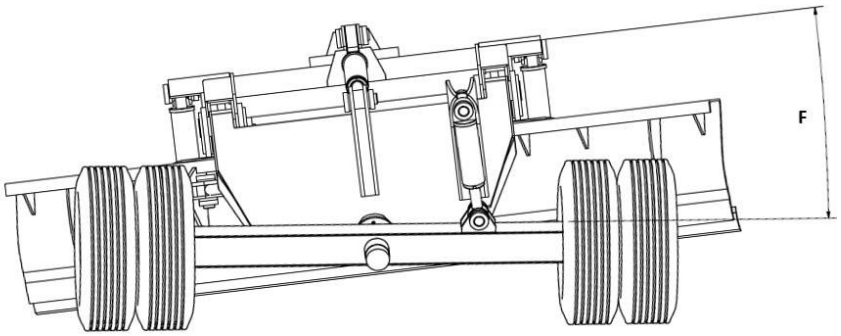


Figura 4.62 Movimiento angular cilindro hidráulico extendido
Fuente: Elaboración propia

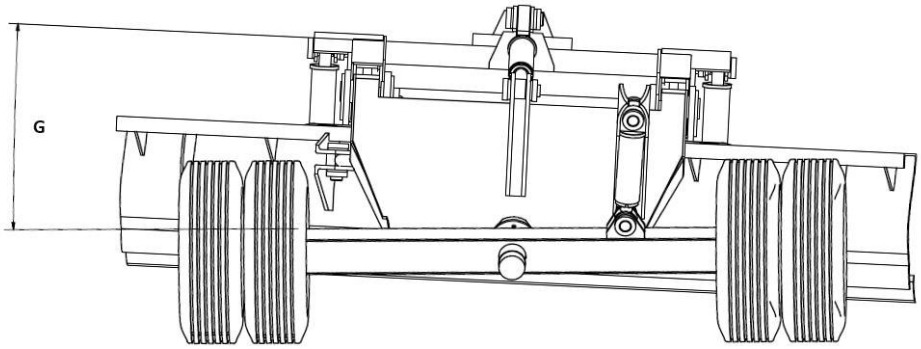


Figura 4.63 Movimiento angular cilindro hidráulico cerrado
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.6 Posiciones de movimiento angular

Posiciones de movimiento angular	
F	5^0
G	3^0

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Manual de Mantenimiento

4.3.2.1.Despiece de partes y elementos comerciales

En el diseño de este implemento se han considerado elementos comerciales para facilitar las tareas de adquisición de repuestos tales como pines, bocinas, rodajes, cuchilla, escarificadores, etc.

Estos elementos se mencionan a continuación en una lista de partes.

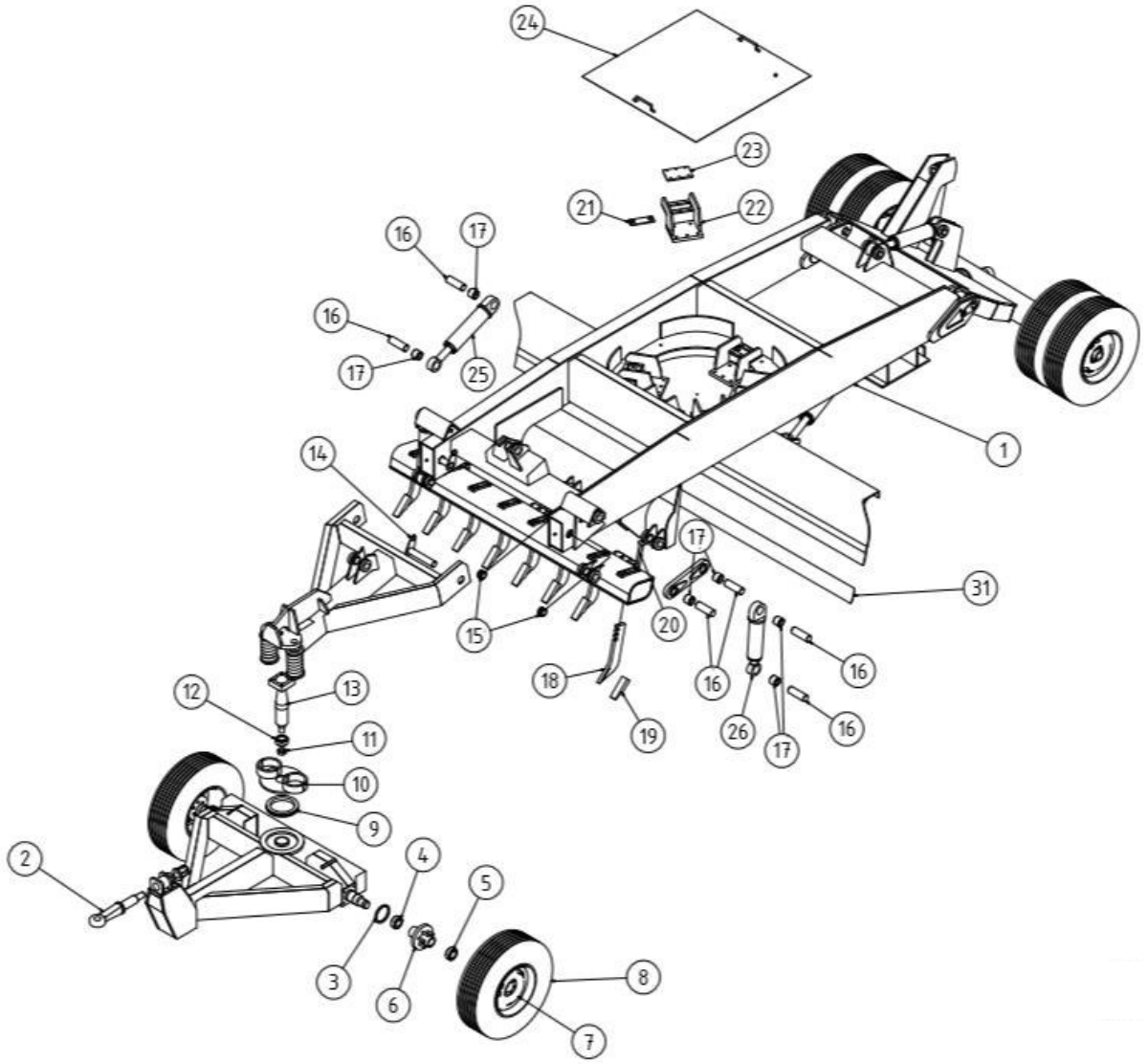


Figura 4.64 Vista 1 de despiece de implemento
Fuente: Elaboración propia

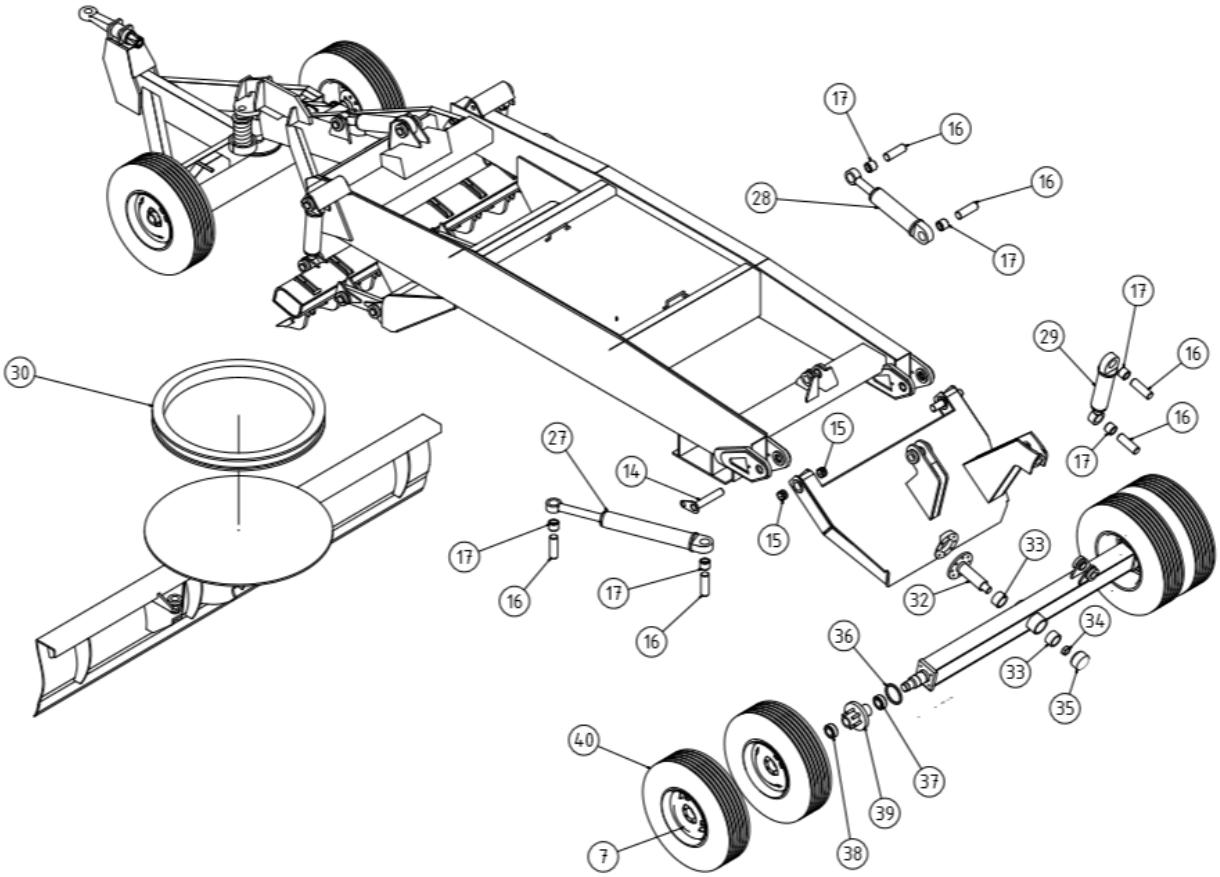


Figura 4.65 Vista 2 de despiece de implemento
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.7 *Lista de partes*

MANUAL DE PARTES				
ITEM	**DESCRIPCIÓN**	**NUMERO DE PARTE**	**CANTIDAD**	**UND**
1	Chasis		1	Und
2	Punta de lanza desmontable		1	Und
3	Retén	120x140x10.5	2	Und
4	Rodamiento	4T-42687	2	Und
5	Rodamiento	39580	2	Und
6	Bocamaza ruedas delanteras		2	Und
7	Aro de acero 6 x 17.5	FUJLLA0029	6	Und
8	Llanta Michelin 215/75R17.5		2	Und
9	Fibra 9”		2	Und
10	Plato base de resortes		1	Und
11	Tuerca frenada 1 ½” HC		1	Und
12	Rodamiento	4T-33210	1	Und
13	Gruño para rótula		1	Und
14	Pin	9R4494	4	Und
15	Bocina	9R5828	8	Und
16	Pin	6K5513	18	Und
17	Bocina	7K0084	18	Und
18	Escarificador	1957218	8	Und
19	Diente de escarificador	1957234	8	Und
20	Chaveta para escarificador		8	Und
21	Fibra	128-9654	6	Und
22	Soporte de laina		6	Und
23	Tapa para laina		6	Und
24	Tapa de tornamesa		1	Und
25	Cilindro Hidráulico - Puente delantero	Carrera: 20 cm	1	Und
26	Cilindro Hidráulico - Escarificadores	Carrera: 15cm	2	Und
27	Cilindro Hidráulico - Cuchilla	Carrera: 45 cm	1	Und
28	Cilindro Hidráulico – Puente posterior	Carrera: 20 cm	1	Und
29	Cilindro Hidráulico – Inclinación	Carrera: 15cm	1	Und
30	Tornamesa cuchilla	Jost 1100 HE18	1	Und
31	Cuchilla de motoniveladora	5D9559	2	Und
32	Eje brida		1	Und
33	Bocina	70x90x50	2	Und
34	Tuerca		1	Und
35	Tapa		1	Und
36	Retén	120X147X10.5	2	Und
37	Rodamiento	32215U	2	Und
38	Rodamiento	32213U	2	Und
39	Bocamaza ruedas posteriores		2	Und
40	Llanta Michelin 235/75R 17.5	MI00065	4	Und

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.8 *Lista de partes de sellos de cilindros hidráulicos*

KIT SE SELLOS DE CILINDROS HIDRÁULICOS		
ITEM	**DESCRIPCION**	**NÚMERO DE PARTE**
1	Cilindro Hidráulico - Puente delantero	Según medidas de pistón y vástago. Ø Vástago: 50 mm
2	Cilindro Hidráulico - Escarificadores	kit completo: **3752813** Oring para tapa roscada: **CB01455507** (Jhon Deere)
3	Cilindro Hidráulico - Cuchilla	kit completo: **3752813** Oring para tapa roscada: **CB01455507** (Jhon Deere)
4	Cilindro Hidráulico – Puente posterior	Según medidas de pistón y vástago. Ø Vástago: 50 mm
5	Cilindro Hidráulico – Inclinación	kit completo: **3752813** Oring para tapa roscada: **CB01455507** (Jhon Deere)

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2.Plan de engrase

El engrase de un equipo es esencial para evitar o reducir desgastes prematuros, por esta razón se indica los elementos a engrasar y la frecuencia.

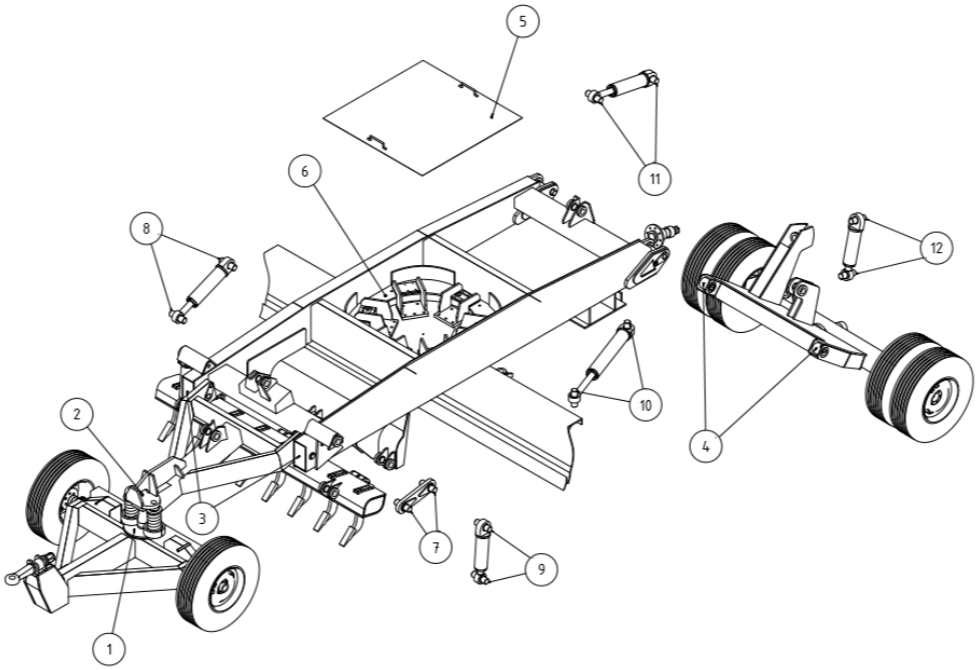


Figura 4.66 Despiece de partes deslizantes sometidas a engrase
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.9 *Plan de engrase*

PLAN DE ENGRASE				
ITEM	DESCRIPCION	UBICACIÓN	CANTIDAD	FRECUENCIA
1	Conjunto Plato base de resortes - Rodamiento	1	1	10 Horas o diario
2	Conjunto Plato base de resortes - Rótula tiro	2	1	10 Horas o diario
3	Bocina de Puente delantero	3	2	10 Horas o diario
4	Bocina de Puente posterior	4	2	10 Horas o diario
5	Tornamesa cuchilla	5	1	10 Horas o diario
6	Base de Conjunto de Fibras	6	1	50 Horas o semanal
7	Pin de brazos para soporte de escarificadores	7	6	10 Horas o diario
8	Cilindro Hidráulico - Puente delantero	8	2	10 Horas o diario
9	Cilindro Hidráulico - Escarificadores	9	2	10 Horas o diario
10	Cilindro Hidráulico - Cuchilla	10	2	10 Horas o diario
11	Cilindro Hidráulico – Puente posterior	11	2	10 Horas o diario
12	Cilindro Hidráulico – Inclinación	12	2	10 Horas o diario

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.3.Plan de mantenimiento general

En este plan se recomiendan los mantenimientos a realizar a todas las partes del implemento tales como revisión de ajuste de pernos, revisión de presión de aire de los neumáticos, revisión de sellos de cilindros hidráulicos, entre otros.

Tabla 4.10 *Mantenimiento general de implemento*

MANTENIMIENTO PERIODICO		
ITEM	**DESCRIPCION**	**FRECUENCIA**
1	Realice una limpieza general de la máquina con aire a presión (previo al engrase)	10 Horas o diario
2	Revise el funcionamiento correcto y el ajuste de todas las luces.	10 Horas o diario
3	Revise el ajuste de todas las tuercas de las ruedas y brida de puente posterior. (Ver Anexo 12)	10 Horas o diario
4	Pregúntele al operador si tiene alguna duda o dificultad operacional y corrija el problema o demuéstrele la solución, si es necesario.	10 Horas o diario
5	Revise la presión de calibrado de los neumáticos. Presión recomendada: - Neumáticos delanteros (215/75R17.5): 94 PSI - Neumáticos posteriores (235/75R 17.5): 105 PSI	50 Horas o semanal
6	Revise el estado de dientes de escarificador que no llegue a superficie de estructura (cambiar en caso sea necesario)	50 Horas o semanal
7	Revise el estado de cuchilla de motoniveladora que no llegue a superficie de estructura (cambiar en caso sea necesario)	50 Horas o semanal
8	Revise el ajuste de las abrazaderas y el estado de las mangueras del sistema de hidraulico	50 Horas o semanal
9	Revisar Cilindro Hidráulico - Puente delantero; eliminar fugas o cambio de kit en caso sea necesario	600 Horas o Trimestral
10	Revisar Cilindro Hidráulico - Escarificadores; eliminar fugas o cambio de kit en caso sea necesario	600 Horas o Trimestral
11	Revisar Cilindro Hidráulico - Cuchilla; eliminar fugas o cambio de kit en caso sea necesario	600 Horas o Trimestral
12	Revisar Cilindro Hidráulico – Puente posterior; eliminar fugas o cambio de kit en caso sea necesario	600 Horas o Trimestral
13	Revisar Cilindro Hidráulico – Inclinación; eliminar fugas o cambio de kit en caso sea necesario	600 Horas o Trimestral

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- El presente proyecto logró diseñar la estructura móvil para nivelar terrenos en zonas agrícolas.

- Se logró el diseño mecánico del sistema el cual tiene una masa de 5,000 kg constituido estructuralmente por un material ASTM A572. El implemento está diseñado para operar en suelos muy compactados teniendo una fuerza de resistencia al suelo de 48,000 N**.** Presenta factores de seguridad de 1.67 en la cuchilla, 4.66 en el soporte del cilindro hidráulico de la cuchilla, 13.5 en el chasis principal, 15 en la base de soporte de escarificadores, 3,05 en el soporte de llantas posteriores, 8 en eje con brida del pivote posterior, 6.5 en el tiro, 6.61 en el puente delantero, 6.84 en el pin 9R4494 y 5.62 en la rótula.

- Se logró el diseño hidráulico del sistema teniendo un implemento con 4 movimientos (control de altura de chasis, giro de cuchilla, control de altura de escarificadores y movimiento angular del chasis) realizados por cilindros hidráulicos los cuales tienen una fuerza de extensión de $109{,}801.6\ N$ y una fuerza de retracción de $71{,}807.9\ N$.

- Se logró establecer un manual de mantenimiento y operación al implemento estimando frecuencias para las tareas de engrase, ajustes y cambio de repuestos comerciales.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda considerar elementos hidráulicos que reemplacen los resortes en el movimiento angular con la finalidad de generar mayor estabilidad al chasis.

- Se recomienda que el implemento trabaje con un tractor cuya potencia sea no menor a 200 HP, la presión de trabajo sea de 215 bar y tenga un caudal de 120 litros por minuto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

Educared (2019). Cilindro hidráulico. Obtenido de https://www.ecured.cu/Cilindro_hidr%C3%A1ulico

Fluid power zone (2000). Hidráulica básica 3.0 Capacitación de la Potencia Hidráulica. Obtenido de https://www.fluidpowerzone.com

Hamrock,B.J., Schmid, S.R.y Jacobson, B.O. (2004). Fundamentals of Fluid Film Lubrication, (2da. Ed.). New York: Marcel Dekker Inc.

LLANTRAC (2016). Tipos de tractores agrícolas. Obtenido de: https://www.llantasweb.com.mx/blog/tipos-tractores-agricolas/

MADISA (2019). Escarificadores y vástagos. Obtenido de: https://www.madisa.com/refaccion/escarificadores-y-vastagos-cat

Motta Quezada, Zenobio Martin (2012). Plan de reparación general de un camión minero Komatsu modelo HD1500-7. Facultad De Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional De Ingeniería, Lima

Parker (2007). Catálogo CAT/4400: Manguera hidráulica, terminales y equipo. Obtenido de https://www.goodyearrubberproducts.com/spanishpdfs/Parker_HPD_Catalog_4400_en_Espanol.pdf

Parker (2012). Catálogo CAT/4400: Manguera hidráulica, terminales y equipo. Obtenido de http://www.olagorta.com/Parker_Manguera_Hidraulica.pdf

Pirro, D.M. y Wessol, A.A. (2001). Lubrication Fundamentals (2da.Ed.). New York: Marcel Dekker Inc.

SNR (2009). Catálogo general industria SNR. Obtenido de https://www.ntn-snr.com

SNR (2016). Catálogo general industria SNR. Obtenido de https://www.ntn-snr.com

Vignolo, Gustavo Gabriel (2016). Estudio teórico-experimental de cojinetes hidrodinámicos en condiciones reales de uso. Tesis de Doctor en ingeniería. Universidad Nacional del Sur - Argentina

Ríos, Arcadio (2011). Máquinas agrícolas, tracción animal e implementos manuales. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. La Habana: Infoiima

Reglamento Nacional de vehículos (2003). Ministerio de transportes y comunicaciones.

ANEXOS

ANEXO 1: ASTM A572 GRADO 50

ASTM A572 GRADO 50

Estado de Suministro

Laminado.

Tolerancia

ASTM A6.

Características

Acero estructural ASTM A 572 Grado 50 soldable y de baja aleación, aleado con Niobio y Vanadio como afinadores de grano.

Aplicaciones

Sus mejores propiedades mecánicas, en comparación con el producto ASTM A 36, permiten reducir espesores y disminuir peso de estructuras remachadas, apernadas o soldadas como por ejemplo puentes, carrocerías, equipos de transporte y estructuras en general.

Composición Química

%C (máx.)	%Mn (máx.)	%Si (máx.)	%P (máx.)	%S (máx.)	%V	%Nb
0,23	1,35	0,40	0,04	0,05	0,01 - 0,15	0,005 - 0,05

Propiedades Mecánicas

Esfuerzo Fluencia		Esfuerzo Tracción (Kg/mm²)		Elongación
(Kg/mm²)	MPa	(Kg/mm²)	MPa	%
35 (mín)	345 (mín.)	46 (mín)	450 (mín.)	21 (mín.)

Mínimo Radio Interior de Plegado en Frío

Espesor E (mm.)		
Hasta 20 mm. (Incl.)	Sobre 20 mm. hasta 25 mm. (Incl.)	Sobre 25 mm. hasta 50 mm. (Incl.)
1,5 X E	1,5 X E	2,0 X E

ANEXO 2: H - BOHLER

H

BÖHLER

AISI : 1045 W N°: 1.1191
DIN : CK 45

Tipo de aleación promedio : C 0,45 Si 0,3 Mn 0,7 %
Color de identificación : Rojo - Blanco - Rojo
Estado de suministro : Dureza natural 193 HB máx.

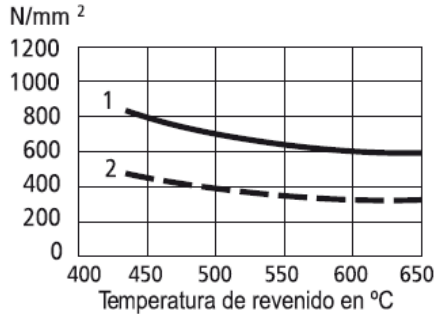
ACERO FINO AL CARBONO DE ALTA CALIDAD
Gran pureza de fabricación y estricto control de calidad.

APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos sometidos a esfuerzos normales. Árboles de transmisión, ejes, pernos, tuercas, ganchos, pines de sujeción, pasadores, cuñas, chavetas, etc. También para herramientas de mano, portamatrices, etc.

INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

Forjar:	1100	-	850 °C
Normalizar:	840	-	870 °C
Recocer:	650	-	700 °C
Enfriamiento lento en el horno			
Temple: al agua (*)	820	-	850 °C
Dimensiones menores: al aceite	830	-	860 °C
Revenido: Según el uso	100	-	300 °C
Nitrurado: en baño de sal			580 °C

SOLDADURA: Con soldadura especial de alta resistencia.
Según tamaño y complejidad del trabajo, se recomienda un precalentamiento entre 200-300°C. Electrodos BÖHLER UTP 76/ UTP 6020



1.- Resistencia a la tracción
2.- Límite de Fluencia

Estado	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS				
	Diámetro mm.	Límite de fluencia N/mm²	Resistencia a la tracción N/mm²	Alargamiento (Lo = 5d) mín. %	Contracción mín. %
Natural	-	370	650	15	35
Recocido	16 - 100 100 - 250	340 330	650 - 750 580 - 700	17 18	35 -

(*) Soldadura y Tratamiento Térmico: Consultar con Departamento Técnico.

02

www.voestalpine.com/highperformancemetals/peru
www.bohlerperu.com

voestalpine
ONE STEP AHEAD.

ANEXO 3: VCN - BOHLER

VCN

BÖHLER

AISI : ~ 4340 H
DIN : 34 Cr Ni Mo 6
W N°: 1.6582

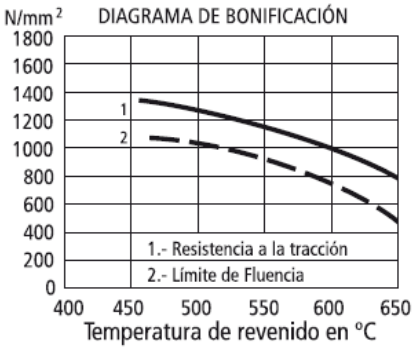
Tipo de aleación promedio	: C 0,34 Cr 1,5 Ni 1,5 Mo 0,2 Si 0,30 Mn 0,50 %
Color de identificación	: Verde
Estado de suministro	: Bonificado 240-380 HB Típico. Ver tabla inf.
Largo estándar	: 3,5 - 6 metros.

Acero especial de bonificación al cromo níquel molibdeno, altamente resistente a la tracción, a la torsión y a cambios de flexión. Insensible al sobrecalentamiento en el forjado y libre de propensión a fragilidad de revenido. Por su estado de suministro permite en la mayoría de los casos su aplicación, sin necesidad de tratamiento térmico adicional.

APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos de mayores dimensiones, sometidas a muy altos esfuerzos dinámicos y otras altas exigencias mecánicas. Cigüeñales, ejes de leva, árboles de transmisión, barras de torsión, ejes cardán, ejes para bombas, ejes para hélice de aviones, pernos y tuercas de alta tensión, rodillos de transportadora, vástagos y pines, muñones; brazos de dirección, ciertos engranajes, discos de embrague, etc.

INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

Forjado:	1050	-	850 °C
Recocido:	650	-	700 °C
Enfriamiento lento en el horno			
Temple: al aceite	830	-	860 °C
Dureza obtenible:	52	-	56 HRC
Revenid :	540	-	680 °C
Normalizado:	850	-	880 °C
Nitrurar:			580 °C



Resistencia en estado Recocido		CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS EN ESTADO BONIFICADO						
máx. N/mm²	Dureza Brinell máx.	Diámetro mm. desde	Diámetro mm. hasta	Límite de fluencia N/mm²	Resistencia a la tracción N/mm²	Elongación (Lo = 5d) % mín.	Estricción % mín.	Resilencia según DVM Joule
800	248		16	980	1180 - 1380	9	40	41
		16	40	885	1080 - 1280	10	45	48
		40	100	785	980 - 1180	11	50	48
		100	160	685	880 - 1080	12	55	48
		160	250	590	780 - 930	13	55	48

Soldadura: Consultar con nuestro Departamento Técnico

02

www.voestalpine.com/highperformancemetals/peru
www.bohlerperu.com

voestalpine
ONE STEP AHEAD.

ANEXO 4: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LLANTAS

CARACTERÍSTICAS **TÉCNICAS**

Dimensión	Modelo / posición	Índice de carga / velocidad	Carga nominal por eje en sencillo (kg)	Carga nominal por eje en gemelo (kg)
215/75 R 17.5	X® MULTI™ D	126 / 124 M	3.400	6.400
225/75 R 17.5	X® MULTI™ D	129 / 172 M	3.700	7.000
235/75 R 17.5	X® MULTI™ D	132 / 130 M	3.880	7.360
245/70 R 17.5	X® MULTI™ D	136 / 134 M	4.480	8.480
245/70 R 19.5	X® MULTI™ D	136 / 134 M	4.480	8.480
265/70 R 19.5	X® MULTI™ D	140 / 138 M	4.850	9.160
285/70 R 19.5	X® MULTI™ D	144 / 142 M	5.600	10.600
215/75 R 17.5	X® MULTI™ Z	126 / 124 M	3.400	6.400
225/75 R 17.5	X® MULTI™ Z	129 / 172 M	3.700	7.000
235/75 R 17.5	X® MULTI™ Z	132 / 130 M	3.880	7.360
245/70 R 17.5	X® MULTI™ Z	136 / 134 M	4.480	8.480
245/70 R 19.5	X® MULTI™ Z	136 / 134 M	4.480	8.480
265/70 R 19.5	X® MULTI™ Z	140 / 138 M	4.850	9.160
285/70 R 19.5	X® MULTI™ Z	144 / 142 M	5.600	10.600

ANEXO 5: ÍNDICE DE CARGA DE LLANTAS

El índice de carga puede variar entre 0 y 239 e indica la cantidad de peso certificada que puede transportar la llanta con la presión máxima de inflado. Nunca compre una llanta con un índice de carga inferior al de las llantas originales de su vehículo. Para determinar la capacidad de carga de su llanta, consulte el cuadro de índices de carga que se muestra a continuación:

I.C.	Kg		I.C.	Kg		I.C.	Kg
0	45		40	140		80	450
1	46.2		41	145		81	462
2	47.5		42	150		82	475
3	48.3		43	155		83	487
4	50		44	160		84	500
5	51.5		45	165		85	515
6	53		46	170		86	530
7	54.5		47	175		87	545
8	56		48	180		88	560
9	58		49	185		89	580
10	60		50	190		90	600
11	61.5		51	195		91	615
12	63		52	200		92	630
13	65		53	206		93	650
14	67		54	212		94	670
15	69		55	218		95	690
16	71		56	224		96	710
17	73		57	230		97	730
18	75		58	236		98	750
19	77.5		59	243		99	775
20	80		60	250		100	800
21	82.5		61	257		101	825
22	85		62	265		102	850
23	87.5		63	272		103	875
24	90		64	280		104	900
25	92.5		65	290		105	925
26	95		66	300		106	950
27	97.5		67	307		107	975
28	100		68	315		108	1000
29	103		69	325		109	1030
30	106		70	335		110	1060
31	109		71	345		111	1090
32	112		72	355		112	1120

33	115		73	365		113	1150
34	118		74	375		114	1180
35	121		75	387		115	1215
36	125		76	400		116	1250
37	128		77	412		117	1285
38	132		78	425		118	1320
39	136		79	437		119	1360

I.C.	Kg		I.C.	Kg		I.C.	Kg
120	1400		160	4500		200	14000
121	1450		161	4625		201	14500
122	1500		162	4750		202	15000
123	1550		163	4875		203	15500
124	1600		164	5000		204	16000
125	1650		165	5150		205	16500
126	1700		166	5300		206	17000
127	1750		167	5450		207	17500
128	1800		168	5600		208	18000
129	1850		169	5800		209	18500
130	1900		173	6000		210	19000
131	1950		171	6150		211	19500
132	200		172	6300		212	20000
133	2060		173	6500		213	20600
134	2120		174	6700		214	21200
135	2180		175	6900		215	21800
136	2240		176	7100		216	22400
137	2300		177	7300		217	23000
138	2360		178	7500		218	23600
139	2430		179	7750		219	24300
140	2500		180	8000		220	25000
141	2575		181	8250		221	25750
142	2650		182	8500		222	26500
143	5725		183	8750		223	27250
144	2800		184	9000		224	28000
145	2900		185	9250		225	29000
146	3000		186	9500		226	30000
147	3075		187	9750		227	30750
148	3150		188	10000		228	31500
149	3250		189	10300		229	32500

150	3350		190	10600		230	33500
151	3450		191	10900		231	34500
152	3550		192	11200		232	35500
153	3650		193	11500		233	36500
154	3750		194	11800		234	37500
155	3875		195	12150		235	38750
156	4000		196	12500		236	40000
157	4125		197	12850		237	41250
158	4250		198	13200		238	42500
159	4375		199	13600		239	43750

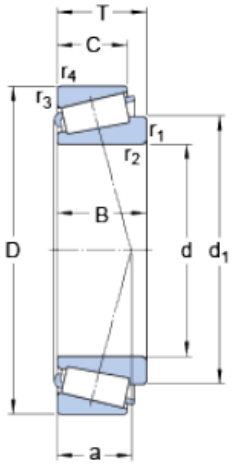
ANEXO 6: RODAMIENTO 42687/42620

42687/42620

Producto popular
SKF Explorer

Series de dimensiones	42600

Dimensiones



d		76.2	mm
D		127	mm
T		30.162	mm
d_1	≈	101.2	mm
B		31	mm
C		22.225	mm
$r_{1,2}$	min.	3.5	mm
$r_{3,4}$	min.	3.3	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	171	kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	204	kN
Carga límite de fatiga	P_u	24	kN
Velocidad de referencia		4000	r/min
Velocidad límite		5000	r/min
Factor de cálculo	e	0.43	
Factor de cálculo	Y	1.4	
Factor de cálculo	Y_0	0.8	

Masa

Rodamiento de masa	1.47	kg

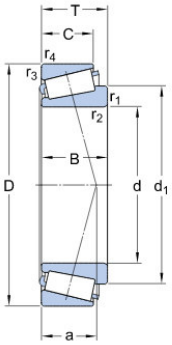
ANEXO 7: RODAMIENTO 39580/39520

39580/39520

SKF Explorer

Series de dimensiones	39500

Dimensiones



d		57.15	mm
D		112.712	mm
T		30.162	mm
d_1	≈	88.3	mm
B		30.162	mm
C		23.812	mm
$r_{1,2}$	min.	3.5	mm
$r_{3,4}$	min.	3.3	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	175	kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	204	kN
Carga límite de fatiga	P_u	23.6	kN
Velocidad de referencia		4500	r/min
Velocidad límite		5600	r/min
Factor de cálculo	e	0.33	
Factor de cálculo	Y	1.8	
Factor de cálculo	Y_0	1	

Masa

Rodamiento de masa	1.41	kg

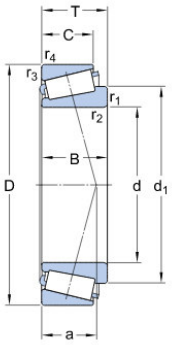
ANEXO 8: RODAMIENTO 33210

▶33210

Producto popular
SKF Explorer

Series de dimensiones	3DE

Dimensiones



d		50	mm
D		90	mm
T		32	mm
d_1	≈	70.8	mm
B		32	mm
C		24.5	mm
$r_{1,2}$	min.	1.5	mm
$r_{3,4}$	min.	1.5	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	142	kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	160	kN
Carga límite de fatiga	P_u	18.3	kN
Velocidad de referencia		5300	r/min
Velocidad límite		7000	r/min
Factor de cálculo	e	0.4	
Factor de cálculo	Y	1.5	
Factor de cálculo	Y_0	0.8	

Masa

Rodamiento de masa		0.86	kg

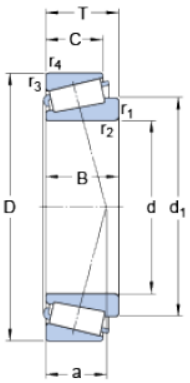
ANEXO 9: RODAMIENTO 32215

32215

Producto popular
SKF Explorer

Series de dimensiones	4DC

Dimensiones



d		75	mm
D		130	mm
T		33.25	mm
d_1	≈	100.65	mm
B		31	mm
C		27	mm
$r_{1,2}$	min.	2	mm
$r_{3,4}$	min.	1.5	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	197	kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	212	kN
Carga límite de fatiga	P_u	24.5	kN
Velocidad de referencia		4000	r/min
Velocidad límite		5000	r/min
Factor de cálculo	e	0.43	
Factor de cálculo	Y	1.4	
Factor de cálculo	Y_0	0.8	

Masa

Rodamiento de masa		1.67	kg

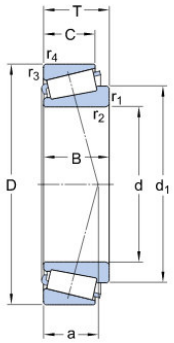
ANEXO 10: RODAMIENTO 32213

▶32213

Producto popular
SKF Explorer

Series de dimensiones	3EC

Dimensiones



d		65	mm
D		120	mm
T		32.75	mm
d_1	≈	90.3	mm
B		31	mm
C		27	mm
$r_{1,2}$	min.	2	mm
$r_{3,4}$	min.	1.5	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	186	kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	193	kN
Carga límite de fatiga	P_u	22.8	kN
Velocidad de referencia		4500	r/min
Velocidad límite		5600	r/min
Factor de cálculo	e	0.4	
Factor de cálculo	Y	1.5	
Factor de cálculo	Y_0	0.8	

Masa

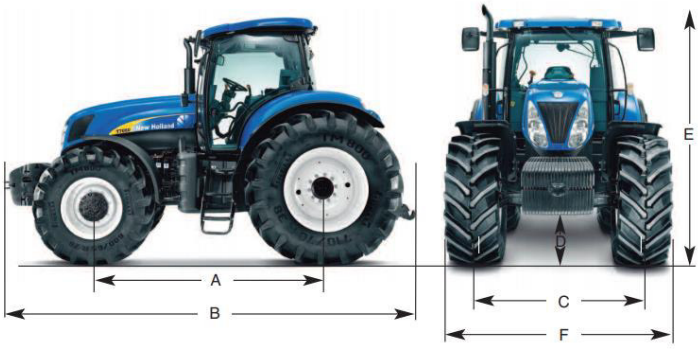
Rodamiento de masa	1.51	kg

ANEXO 11: CARACTERÍSTICAS DEL TRACTOR

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Motor	
Marca	New Holland
Nivel de emisión	Tier III
Modelo - Aspiración	Turbo Intercooler aire-aire
Potencia nominal (ISO TR 14396)	213 cv (157 kw) - 2.200 rpm
Torque máximo a 1400 rpm.	866 Nm
Reserva de torque	27%
Número de cilindros - cilindrada	6 - 6.75 ℓ
Número de válvulas por cilindro	4
Sistema de inyección Bosch	High Pressure Common Rail (HPCR)
Capacidad del tanque de combustible	440 ℓ
Transmisión Full Powershift	
Velocidades adelante y atrás	18 x 6
Velocidad máxima de transporte	40 Km/h
Inversor	Electrohidráulico
Tipo de embrague	Multidisco en baño de aceite
Accionamiento	Electrohidráulico
Bloqueo Diferencial Accionamiento (Terralock)	
Accionamiento	Electrohidráulico
Bloqueo Diferencial Accionamiento (Terralock)	
Manual y/o automático	Electrohidráulico en movimiento
Destrabe	
Automático	Pedales de freno, levantador hidráulico, ángulo de inclinación y velocidad de desplazamiento
Manual	En movimiento
Actuación	En las 4 ruedas (Eje delantero y trasero)
Frenos	
Tipo	Discos en baño de aceite
Accionamiento	Hidráulico (autoajustable y ecualizable)
Actuación	En las 4 ruedas
Toma de Fuerza	
Tipo	Independiente
Accionamiento	Electrohidráulico, gradual
Freno eje de salida	Estándar
Velocidad	540 y 1.000 rpm
Tracción Delantera	
Accionamiento	Electrohidráulico en movimiento
Bloqueo Diferencial	Electrohidráulico

Dirección	
Bomba elusiva - caudal	Estándar - 66,5 ℓ/m
Presión máxima del caudal	190 bar
Ángulo de Inclinación	55°
Oscilación de la rueda	12°
Columna ajustable (inclinación y profundidad)	Estándar
Radio de giro mínimo	6900 mm
Ejes	
Eje delantero rígido	Estándar
Sistema Hidráulico	
Presión máxima de trabajo	215 bar
Caudal de la bomba	120 l /min
Barras inferiores telescópicas	Si
Válvulas de control remoto	3 estándar/4 opcional
Sistema Eléctrico	
Batería	176 amp (1300 cca)
Alternador	150 amp (12V nom)
Sistema Eléctrico	
Batería	176 amp (1300 cca)
Alternador	150 amp (12V nom)
Enganche de 3 puntos (Opcional)	
Categoría	III
Capacidad máxima de elevación a 610mm de la rótulas de los brazos horizontales del enganche a tres puntos.	7200 kg
Cabina	
Aire acondicionado	Estándar
Asiento del conductor con suspensión neumática	Estándar
Nivel de ruido dentro de la cabina	70 dB
Cabina con suspensión Confort Ride ™	Opcional
Radar	Opcional
Palanca multifunción para transmisión FPS	Opcional
Asiento para acompañante	Opcional
Neumáticos	
Delanteros (con Rod trasero dual)	16,9R30 A8 R1W
Traseros duales	20,8R42 A8 R1W DUAL
Delanteros (con Rod trasero simple)	600/60 R30 R1
Traseros simples	710/60 R42 R1
Peso	
Peso mínimo de embarque	6850 kg
Peso total máximo permitido	12000 kg



DIMENSIONES GENERALES

A - Distancia entre ejes	2.884 mm
B - Largo total	4.816 mm
C - Ancho de vía	
Delantero Mínimo/Máximo	1.538/2.260 mm
Trasero Mínimo/Máximo	1.530/2.230 mm
D - Despeje al suelo (mín-máx)	391-523 mm
E - Altura máxima	3.165 mm
F - Ancho mínimo	2.334 mm

ANEXO 12: TABLA DE TORQUES

1. **Torque de pernos de ruedas**.
   Medida: ¾”-Grado 8.
   Torque: Lub: 425 Nm (313.46 lbf) / Seco: 550 Nm (405.65 lbf)

TORQUE en (Nm)	GRADO 2		GRADO 5		GRADO 8		INOX. 304	INOX. 316
MEDIDA	LUB.	SECO	LUB.	SECO	LUB.	SECO	SECO	SECO
1/4	6	7.5	9.5	12	13.5	17	8.5	9
5/16	12	15	20	25	28	35	15	16
3/8	22	27	35	44	50	63	27	28
7/16	35	44	55	70	80	100	42	44
1/2	53	67	85	110	120	150	58	61
9/16	75	95	125	155	175	225	77	81
5/8	105	135	170	215	240	300	125	131
3/4	190	240	300	375	425	550	173	169
7/8	190	240	490	625	700	835	263	275
1"	290	360	725	925	1050	1300	389	406
1.1/8	400	510	900	1150	1450	1850	560	586
1.1/4	570	725	1300	1650	2050	2600	709	740
1.1/2	990	1250	2250	2850	3600	4550	1204	1261

2. **Torque de pernos brida de puente posterior.**
   Medida: 16mm-Clase 8.8.
   Torque: Lub: 190 Nm (140.13 lbf) / Seco: 240 Nm (177.01 lbf)

ANEXO 13: CLASIFICACIÓN VEHICULAR

Categoría L: Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.

- **L_1** : Vehículos de dos ruedas, de hasta 50 cm^3 y velocidad máxima de 50 km/h.
- **L_2** : Vehículos de tres ruedas, de hasta 50 cm^3 y velocidad máxima de 50 km/h.
- **L_3** : Vehículos de dos ruedas, de mas de 50 cm^3 ó velocidad mayor a 50 km/h.
- **L_4** : Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de mas de 50 cm^3 ó una velocidad mayor de 50 km/h.
- **L_5** : Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de mas de 50 cm^3 ó velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda de una tonelada.

Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.

- **M_1** : Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.
- **M_2** : Vehículos de mas de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
- **M_3** : Vehículos de mas de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.

Los vehículos de las categorías M_2 y M_3, a su vez de acuerdo a la disposición de los pasajeros se clasifican en:

- **Clase I** : Vehículos construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos
- **Clase II** : Vehículos construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.
- **Clase III** : Vehículos construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

Categoría N: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía.

- **N_1** : Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.
- **N_2** : Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.
- **N_3** : Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.

Categoría O: Remolques (incluidos semiremolques).

- **O_1** : Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.
- **O_2** : Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.
- **O_3** : Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas.
- **O_4** : Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

ANEXO 14: PLANOS